



Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för mark och miljö

# **Spårelement i Sveriges jordbruksmark**

## **– flöden, trender och fältbalanser**

*Trace elements in arable soils in Sweden*

*– flows, trends and field balances*

Per Knutson



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap  
Institutionen för mark och miljö

Per Knutson

Spårelement i Sveriges jordbruksmark – flöden, trender och fältbalanser  
Trace elements in arable soils in Sweden – flows, trends and field balances

Handledare: Jan Eriksson, institutionen för mark och miljö, SLU  
Examinator: Sigrun Dahlin, institutionen för mark och miljö, SLU  
EX0429, Självständigt arbete i markvetenskap - magisterarbete, Avancerad D  
Naturresursprogrammet - biologi och mark 240 hp

Institutionen för mark och miljö, SLU, Examensarbeten 2011:02  
Uppsala 2011

Nyckelord: Fältbalanser, balansberäkningar, spårelement, tungmetaller, tillförsel, bortförsel, förändringstakt

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>



## Abstract

Field balances based on supply and removal of trace elements from the topsoil have been calculated for farms specialized in crop, dairy and pig production in Sweden. Today's field balances have been compared with the field balances of 1990 in order to examine if, and then how, the situation has changed. Studied trace elements are arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), mercury (Hg), manganese (Mn), nickel (Ni), lead (Pb) and zinc (Zn).

The balance calculations show that the stores of Cu and Zn are depleted with an average rate of -15 % and -6 % over a 100-years period on crop farms when only commercial fertilizers are being used. The concentrations of Hg and Pb tend to increase in the topsoil on crop farms with more than 3 % for Hg and with 2 % for Pb in 100 years. There is today balance between supply and removal of the trace elements As, Cd, Cr, Mn and Ni. In the south of Sweden, on crop farms with sugar beets in the crop rotation, one can see a decrease in the concentration of Cd in the top soil by -6 % over a period of 100 years. The reason is that this crop contains a relatively high concentration of Cd that is being removed through harvest. However, it is not unusual that sugar beet residues are returned to the fields directly or through animal feed in which much of this Cd are brought back to the soil. Part of this return is indirectly reflected in the balances of livestock farms.

On dairy and pig farms there is a considerable increase of the amounts of Cu and Zn in the topsoil. Both elements occur in large quantities in manure as a consequence of being constituents of mineral feed. It has been calculated that the concentration of these trace elements will increase in the topsoil with 27 % and 32 % on dairy farms and increase with 36 % each on pig farms on an average over a period of 100 years. The rate of change for Hg on pig farms and for Cd, Hg and Mn on milk farms are 3.5 to 5 % which indicates that concentrations probably increase gradually in the topsoil. Concentrations of As, Cr, Ni and Pb are increasing in the topsoil on dairy and pig farms with up to 2.5 % on an average over a period of 100 years. The concentrations of Cd and Mn are also increasing in this range on pig farms. These rates of change are small and indicate that there is a balance between supply and removal for several of these trace elements.

Regardless of farming system, the net flow for the majority of trace elements has declined compared to 1990. The rate of change in the topsoil has fallen to negligible levels for the trace elements As, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni and Pb. This depends, above all, on a lowered atmospheric deposition. However, in all three examined farming systems deposition still contributes most to the accumulation of the non-desirable trace elements Cd, Hg and Pb. In order to decrease the rate of accumulation of these trace elements it is therefore urgent with a further reduction of the deposition. Concentrations of Cu and Zn in the topsoil on crop farms are decreasing faster today than in 1990, which in the future may lead to the need for an additional supply through fertilization. On dairy and pig farms there is a significant increase in the accumulation of these trace elements which might lead to problems with excessive levels in the topsoil.



## Sammanfattning

Fältbalanser över tillförsel och bortförsel av spårelement från matjorden har utförts för gårdar specialiserade på växt-, mjölk- och slaktsvinsproduktion i Sveriges åtta produktionsområden. Dagens fältbalanser har jämförts mot fältbalanser för 1990 för att undersöka om, och i så fall hur, situationen har förändrats. De undersökta spårelementen är arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), mangan (Mn), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn).

Balansberäkningarna visar att man på gårdar specialiserade på växtodling där enbart handelsgödsel tillförs åkermarken tär på förråden av Cu och Zn med en genomsnittlig förändringstakt på -15 % respektive -6 % under kommande 100-års period, förutsatt oförändrade förhållanden. Halterna av Hg och Pb tenderar att öka på växtodlingsgårdar med drygt 3 % respektive 2 % på 100 år. För As, Cd, Cr, Mn och Ni är det i princip jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. I södra delarna av landet kan man på växtodlingsgårdar, där det ingår sockerbetor i växtföljden, se att halterna av Cd i matjorden minskar med -6 % på 100 år. Orsaken är att stora mängder Cd förs bort via skörd då denna gröda tar upp relativt rikliga mängder. I många fall återförs emellertid detta Cd genom att sockerbetsrester återförs till marken direkt eller via utfodring av djur. En del av detta återflöde ingår indirekt i balanserna för djurgårdar.

På gårdar specialiserade på antingen mjölk- eller slaktsvinsproduktion, där åkermarken enbart tillförs stallgödsel, är det en påtaglig ökning av Cu och Zn då båda dessa spårelement finns i rikliga mängder i stallgödsel framförallt eftersom de tillförs genom mineralfoder. Över en period av 100 år beräknas de i genomsnitt öka med 27 % respektive 32 % vid mjölkproduktion och med 36 % vardera vid slaktsvinsproduktion. Förändringstakten för Hg på slaktsvinsgårdar och Cd, Hg och Mn på mjölkgårdar är 3,5 - 5 % vilket förmodligen innebär långsamt ökande halter i matjorden. Halterna av As, Cr, Ni och Pb ökar i genomsnitt med upp till ca 2,5 % över en period av 100 år. På slaktsvinsgårdar ligger även haltökningen för Cd och Mn i denna storleksordning. Dessa förändringstakter måste ses som små och indikerar att det i stort är jämvikt mellan tillförsel och bortförsel för flera av dessa spårelement.

Jämfört med 1990 har nettotillförseln avtagit för majoriteten av spårelement oberoende av driftsinriktning. För As, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni och Pb har förändringstakterna i matjorden sjunkit till försumbara nivåer. Detta beror framför allt på en kraftigt minskad deposition. Vid alla tre undersökta driftsformer är det likväl depositionen som ger det största bidraget av de icke önskvärda spårelementen Cd, Hg och Pb. För att minska nettotillförseln av dessa spårelement är det därmed angeläget att det sker en ytterligare reduktion av depositionen. Halterna av Cu och Zn i matjorden på växtodlingsgårdar minskar snabbare idag jämfört med 1990 vilket i framtiden kan leda till behov av en extra tillförsel via gödsling. På djurgårdar har ackumuleringen av Cu och Zn ökat vilket kan leda till problem med för höga halter i matjorden om inte nettotillförseln minskar.





# Innehåll

|  |    |
|--|----|
| Bakgrund och syfte .....                             | 3  |
| Litteraturstudie.....                                | 4  |
| Spårelement .....                                    | 4  |
| Biotillgänglighet och toxicitet hos spårelement..... | 4  |
| Modermaterialets innehåll av spårelement.....        | 4  |
| Tillförselkällor av spårelement till åkermarken..... | 5  |
| Tillförsel via atmosfärisk deposition.....           | 5  |
| Övriga tillförselkällor .....                        | 6  |
| Tillståndet i åkermarken.....                        | 7  |
| Gränsvärden för spårelement i åkermark .....         | 7  |
| Material och metoder .....                           | 8  |
| Driftsinriktningar .....                             | 10 |
| Markdata .....                                       | 10 |
| Handelsgödseldata .....                              | 11 |
| Stallgödseldata .....                                | 11 |
| Kalkdata .....                                       | 12 |
| Depositionsdata.....                                 | 12 |
| Gröddata.....  | 13 |
| Utlakningsdata.....                                  | 16 |
| Resultat och diskussion .....                        | 18 |
| Trender i halter och flöden.....                     | 18 |
| Halter av spårelement i matjorden .....              | 18 |
| Handelsgödsel .....                                  | 18 |
| Stallgödsel .....                                    | 18 |
| Kalkningsmedel.....                                  | 19 |
| Atmosfärisk deposition.....                          | 19 |
| Skörd.....   | 20 |
| Utlakning .....                                      | 20 |
| Fältbalanser .....                                   | 20 |
| Växtodlingsgårdar utan stallgödseltillförsel.....    | 20 |
| Gårdar med djurproduktion .....                      | 22 |
| Sammanfattande diskussion .....                      | 25 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Erkännande.....             | 29 |
| Referenser .....            | 30 |
| Personliga meddelanden..... | 33 |
| Appendix 1.....             | 34 |
| Appendix 2.....             | 54 |
| Appendix 3.....             | 57 |

## Bakgrund och syfte

Riksdagen har inom 16 områden antagit miljökvalitetsmål som beskriver det tillstånd och den kvalitet som på lång sikt är miljömässigt hållbar för Sveriges miljö, natur- och kulturreсурser. I miljökvalitetsmålet *”Ett rikt odlingslandskap”* står det bland annat att den svenska åkermarken ska ha ett välbalanserat näringstillstånd och ha en så låg föroreningshalt att ekosystemens funktioner och människors hälsa inte hotas (Proposition, 2009). Små förändringar i matjordens halter av spårelement kan vara mycket svåra att upptäcka, även med upprepade insamlingar och analyser av jordprover, då marken är mycket heterogen och det även inom ett och samma fält kan vara stora variationer. Något som ytterligare försvårar upptäckt av förändringar är att det finns osäkerhetsfaktorer i provtagning, provpreparering och i analyserna. Ett värdefullt verktyg för att upptäcka om det på längre sikt förekommer en obalans mellan tillförsel och bortförsel av spårelement i jordbruksmark är därför att genomföra balansberäkningar. I balansberäkningar kan det ingå en tillförsel av spårelement genom handsgödsel, stallgödsel, kalk och atmosfärisk deposition och en bortförsel via skörd och utlakning. Om tillförseln är större än bortförsel sker en anrikning medan omvända förhållanden ger en utarmning av respektive spårelement. Denna differens kan sedan relateras till matjordens halt av respektive spårelement för att uppskatta den långsiktiga förändringen i relativa tal. Andersson (1992) utförde balansberäkningar för spårelement i matjorden och fann att på gårdar specialiserade på växtodling ökade halterna av arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kvicksilver (Hg) och bly (Pb), att flödena var nära jämvikt för mangan (Mn) och nickel (Ni) medan halterna av koppar (Cu) och zink (Zn) sjönk. På gårdar specialiserade på djurproduktion ökade halterna av samtliga nio undersökta spårelement. Utöver risken med ökande halter av Cd, Hg och Pb i matjorden finns det en risk att essentiella näringsämnen på lång sikt kan anrikas till skadliga nivåer vid djurproduktion och att det på växtodlingsgårdar istället kan bli brist på dessa. Det finns behov av att utföra liknande balansberäkningar som Andersson (1992) för dagens situation för att utreda om det fortfarande sker anrikning av skadliga eller utarmning av essentiella spårelement. Detta möjliggör också en jämförelse som visar hur tillförsel respektive bortförsel har förändrats med tiden. Denna kunskap är viktig för förståelsen om vilka poster av tillförsel respektive bortförsel som det är mest angeläget att åtgärda för att miljökvalitetsmålet ska kunna uppnås.

Syftet med denna rapport är att utföra balansberäkningar över tillförsel och bortförsel av spårelementen arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), mangan (Mn), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn) i svensk åkermark. Dessa balansberäkningar visar om halterna av spårelement i matjorden ökar eller minskar vid olika typer av driftsinriktningar i olika delar av Sverige. Resultatet jämförs sedan mot balansberäkningar utförda för år 1990 för att möjliggöra en analys över huruvida situationen har förändrats i positiv eller negativ riktning.

## Litteraturstudie

### Spårelement

Ett ämne brukar benämnas spårelement om koncentrationen av det i geologiska formationer är mycket lågt. Om ett spårelement i låga koncentrationer är livsnödvändigt (essentiellt) för en organism brukar det även benämnas mikronäringsämne. Spårelementen arsenik (As), kadmium (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), kvicksilver (Hg), mangan (Mn), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn) tillhör alla gruppen tungmetaller. Denna grupp definieras ofta som metaller med en densitet  $> 5 \text{ g/cm}^3$ . Arsenik räknas vanligen till denna grupp av ämnen trots att det egentligen är en halvmetall. Ovan uppräknade spårelement är grundämnen och därmed bryts de inte ner med tiden såsom organiska miljögifter utan cirkulerar i ett ständigt kretslopp (Eisler, 2000; Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Flera spårelement, såsom Cu, Mn och Zn, är essentiella näringsämnen men är toxiska vid för höga koncentrationer. För vissa typer av organismer är As, Cr och Ni essentiella näringsämnen och det har visat sig att Cr och Ni har en tillväxtfrämjande effekt på växter trots att de inte är essentiella för denna organismgrupp. Spårelementen Cd, Hg och Pb har inte någon känd funktion hos någon känd organism utan är toxiska vid relativt låga koncentrationer (Eisler, 2000; Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

### Biotillgänglighet och toxicitet hos spårelement

Rörligheten i marken och växttillgängligheten hos spårelement är beroende av den lösliga andelen medan den mer hårt bundna andelen av ett spårelement har mindre betydelse. Lösligheten hos spårelement styrs av en rad parametrar såsom mullhalt, textur, pH, katjonbyteskapacitet och mängden Fe- och Mn-oxider. Alla spårelement kan uppträda i flertalet olika oxidationstillstånd och beroende på vilket har ovan uppräknade parametrar olika stor betydelse för lösligheten. Giftverkan hos ett spårelement är många gånger beroende av dess oxidationstillstånd. As (III) är till exempel mycket giftigare och dessutom mer mobilt i marken än As (V). Samma sak gäller för Cr där oxidationstillståndet (VI) är mycket giftigare än (III) och därtill binds svagt till mineralpartiklar och därför är lättillgängligt för växter (Adriano *et al.*, 2004; Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Majoriteten av spårelementen ackumuleras i rötterna hos växter och enbart en mindre del återfinns i kärnan hos spannmål (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Hos åkergrödor är det vanligare med brist på essentiella spårelement än vad det är med förgiftning av både essentiella och ickeessentiella spårelement. När förgiftningssymptom uppstår är det vanligen i grödor som odlas i närheten av gruvor, bevattnas med vatten innehållande för höga halter av spårelement eller att koncentrationerna i matjorden är naturligt höga på grund av modernmaterial (Gupta & Gupta, 1998). Även om en växt inte uppvisar några förgiftningssymptom kan halten likväl vara så pass hög att det kan orsaka förgiftning högre upp i näringskedjan om växten används som foder eller mänsklig föda under längre tid (Eisler, 2000). Växter har under evolutionens gång utvecklat flera mekanismer för mobilisering av ett specifikt näringsämne under bristförhållanden och så även metoder för att utesluta ämnen som finns i för höga koncentrationer. Mekanismerna för upptag av bristämnen är dock mycket starkare än de som är utvecklade för att utesluta spårelement som finns i överflöd. Detta medför att ett kraftigt överskott är en större stress för en växt än vad en bristsituation av samma spårelement skulle vara (Kabata-Pendias, 2004).

### Modernmateriallets innehåll av spårelement

Av de spårelement som återfinns i marken härrör större delen från modernmaterial och betraktas därmed som naturligt förekommande (Eriksson *et al.*, 1997). Åkermarkens matjord är ett manipulerat system där de ursprungliga halterna av spårelement mer eller mindre har förändrats genom deposition och tillskott från gödselmedel, kalk och växtskyddsmedel (Notter, 1993). Halten av spårelement i alven ger troligen en bra uppskattning av den naturliga bakgrundshalten i marken eftersom

alven kan förmodas vara relativt opåverkad av tillförsel utifrån av många spårelement (Eriksson *et al.*, 1997).

## Tillförselkällor av spårelement till åkermarken

Under 1900-talet har de dominerande tillförselkällorna av spårelement till åkermarken varit deposition, handelsgödsel, fodermedelstillsatser, kalk och fungicider (tabell 1). Betydelsen av tillförseln från var och en av dessa källor skiftar beroende på spårelement. För Cd och Cr är handelsgödsel den största källan, för Hg fungicider, för Pb depositionen och för de essentiella mikronäringsämnen Cu, Mn och Zn fodermedelstillsatser som via stallgödseln slutligen tillförs åkermarken (Andersson, 1992).

**Tabell 1: Beräknade nettokvantiteter av spårelement som tillförts till Sveriges åkermark 1900-1990 samt bakgrunds nivåer i åkermarken 1900. Beräkningarna avser ett matjordsdjup på 20 cm (Andersson, 1992).**

|   |       | Cd    | Cu       | Cr   | Hg    | Mn     | Ni   | Pb   | Zn      |
|---|-------|-------|----------|------|-------|--------|------|------|---------|
| Handelsgödsel                               | kg/ha | 0,082 | 0,08     | 1,6  | 0,002 | 1,2    | 0,12 | 0,01 | 0,7     |
| Kalk  | kg/ha | 0,011 | 0,03     | 0,05 | -     | 7      | 0,02 | 0,03 | 0,1     |
| Fodermedelstillsatser                       | kg/ha | 0,014 | 1,8      | 0,4  | 0,005 | 11     | 0,4  | -    | 8,1     |
| Fungicider                                  | kg/ha | -     | (0,5-1?) | -    | 0,025 | (0,2?) | -    | -    | (<0,1?) |
| Atmosfärisk deposition                      | kg/ha | 0,043 | 0,5?     | 0,14 | 0,014 | 1,5?   | 0,2? | 4,7  | 4,3     |
| Totalt, 1900-1990                           | kg/ha | 0,15  | 2,4      | 2,2  | 0,046 | 21     | 0,7  | 4,7  | 13,2    |
| Matjordens innehåll                         | kg/ha | 0,60  | 38       | 43   | 0,15  | 1140   | 24   | 39   | 143     |
| omkring år 1990                             | mg/kg | 0,24  | 15,2     | 17,1 | 0,06  | 456    | 9,5  | 15,6 | 57      |
| Matjordens innehåll                         | kg/ha | 0,45  | 36       | 41   | 0,10  | 1020   | 23   | 34   | 130     |
| omkring år 1900                             | mg/kg | 0,18  | 14,5     | 16,5 | 0,04  | 410    | 9,2  | 13,5 | 52      |
| Haltökning i relation till<br>nivån år 1900 | %     | 33    | 6,7      | 5,4  | 46    | 2,1    | 3,0  | 13,9 | 10,2    |

## Tillförsel via atmosfärisk deposition

Spårelement deponeras till mark och vegetation via både torra och våta processer. När gaser och partiklar direkt från luften deponeras på en yta benämns det torrdeposition medan processen där partiklarna tvättas ut från luften med nederbörden benämns våtdeposition (Svensson, 2003). Spårelement som tillförs via deposition har en rad olika ursprung och de viktigaste emissionskällorna redovisas i tabell 2. Idag är den atmosfäriska depositionen många gånger den största tillförselposten av spårelement till åkermarken (Eriksson *et al.*, 2005). Det går att urskilja en tydlig skillnad i depositions-mönstret mellan As, Cd, Hg och Pb och övriga spårelement. De förra är flyktiga och i hög grad långtransporterade från övriga Europa. Dessa spårelement uppvisar en syd-nordlig gradient med störst deposition i södra och sydvästra Sverige där nederbörden är relativt hög och luftmassorna från Centraleuropa kommer in över landet. För andra spårelement är lokala utsläppskällor den viktigaste orsaken till utseendet på depositions-mönstret och nedfallet är ofta stort i gruvdistrikt och i områden med metallurgisk industri (Berg *et al.*, 2003; Rühling, 1994). Depositionen av spårelement har stadigt minskat i Sverige under den senaste 25-årsperioden (Kindbom *et al.*, 2001; IVL, 2009). Denna minskning har åstadkommit genom att industrin i Europa har fått hårdare krav på rening av sina utsläpp och för Pb har även införandet av blyfri bensin haft stor betydelse. Trots detta är depositionen den största tillförselkällan till åkermarken för Cd, Hg och Pb (Eriksson *et al.*, 2005).

**Tabell 2: De viktigaste emissionskällorna för de spårelement som uppmäts i nederbörden vid Mjölsta i Stockholms län åren 1993-2001 (Svensson, 2003).**

| Metall      | Symbol | Källor   |
|-------------|--------|--|
| Arsenik     | As     | Naturliga processer, kolförbränning samt gruv-, metall- och elektronikindustri, träskyddsmedel.  |
| Bly         | Pb     | Trafik genom förbränning av blyhaltigt bränsle, batteri, kablar, ammunition, färgpigment och lödningsmaterial.   |
| Kadmium     | Cd     | Fosfatgödselmedel innehållande kadmium, nickel/kadmium - batterier, pigment i plaster, förbränning av fossila bränslen och avfall samt metallindustri. |
| Koppar      | Cu     | Metallindustri, förbränning av fossila bränslen, erosion av jordskorpan och biogena emissioner.  |
| Krom        | Cr     | Järn- och stålindustri, förbränning av kol och erosion av jordskorpan.   |
| Kvicksilver | Hg     | Förbränning av kol och avfall, klor-alkali-industri och användning av amalgam inom tandvård.   |
| Mangan      | Mn     | Erosion av jordskorpan.  |
| Nickel      | Ni     | Förbränning av olja och kol, stålindustri och smältverk.   |
| Zink        | Zn     | Metallindustri och förbränning av olja.  |

### Övriga tillförselkällor

Till övriga tillförselkällor hör idag främst fosforgödselmedel, fodermedelstillsatser och kalk. I förhållande till depositionen är tillförseln av Cd, Hg och Pb från dessa källor relativt liten. Anledningen är att den tidigare dominerande tillförselkällan för Cd reducerats kraftigt då det idag används så gott som enbart nästintill Cd-fria fosforgödselmedel i Sverige. För Hg var den dominerande tillförselkällan, tills de förbjöds på 1960-talet, kvicksilverhaltiga betningsmedel. För Pb spelar andra tillförselkällor än depositionen liten roll och detta trots att nedfallet minskat påtagligt genom åren (Eriksson *et al.*, 2005). I landet som helhet har troligen tillförseln av spårelement från P-gödselmedel och kalk generellt minskat genom åren. Detta antagande görs utifrån det faktum att halterna av spårelement i dessa insatsmedel rapporterade av Andersson (1992) är påtagligt högre eller oförändrade i förhållande till de som används idag (Eriksson, 2001; Frostgård, pers. medd. 2010; Grönvall, pers. medd. 2009; Nordkalk, 2008a; b; c; d). Utöver detta visar försäljningen av både P-gödselmedel och kalk sedan många år en nedåtgående trend (SCB, 2002a; 2002b; 2009a; 2009b). Åkermark som tillförs stallgödsel kan få ett stort tillskott av flera spårelement genom tillsatser till fodermedel. Detta gäller främst för mikronäringsämnen Cu, Mn och Zn som medvetet ges i form av mineralfoder och som till största del slutligen hamnar i stallgödseln. I dessa mineralfoderblandningar finns det även föroreningar bestående av mindre önskvärda spårelement som då oundvikligen också tillförs åkermarken (Eriksson *et al.*, 2005; Notter, 1993). Importerade fodergrödor ger också ett tillskott av spårelement på stallgödselad åkermark medan den egna foderproduktionen endast ger upphov till en intern cirkulation. Vad som anses vara egen produktion respektive import beror på om man betraktar en enskild gård, en region eller landet som helhet. På en liten del av åkermarken tillförs även slam och på enskilda fält kan tillskottet av spårelement från denna källa vara stort. (Eriksson *et al.*, 2005).

Det har skett en påtaglig omstrukturering av jordbruket sedan 1980-talet. Mellan 1990 och 2008 minskade antalet mjölkkor med 38 % och antalet företag med mjölkproduktion minskade med 75 %. Antalet slaktsvin och smågrisar minskade med 29 % och antalet företag med 84 %. Under samma period ökade besättningsstorleken för mjölkkor från 22 till 55 individer och för slaktsvin och smågrisar från 119 till 487 (SVJ, 2009). Det har följaktligen skett en koncentration av djurproduktionen till större gårdar. Eriksson *et al.* (2010) rapporterar från miljöövervakningen på åkermark att mellan omdrev 1 (1988-1995) och omdrev 2 (2001-2007) har djurtätheten ökat för samtliga nötkreatur och svin

på de gårdar som provtas. För mjölkkor och slaktsvin har djurtätheten ökat från 0,51 till 0,85 respektive från 9,8 till 11,7 individer per hektar. Det har således även skett en arealmässig koncentration av djurproduktionen. Denna koncentration av djurhållningen har förmodligen medfört att mängden stallgödsel som sprids per hektar har ökat med ökande djurtäthet. Tillförseln av spårelement från stallgödsel på enskilda fält kan därmed vara av större betydelse idag jämfört med 1990. Den totala tillförseln av stallgödsel från nötkreatur och svin till åkermarken i landet som helhet har troligen dock minskat eftersom det totala antalet av dessa djurslag har minskat.

## Tillståndet i åkermarken

Andersson (1992) har beräknat hur halterna av spårelement i matjorden i medeltal har förändrats under perioden 1900-1990 och visar att Hg, Cd, Pb och Zn har ökat med 46, 33, 14 respektive 10 % (tabell 1). Provtagningar utförda av Eriksson *et al.* (1997) visar att halterna av Hg, Cd, Pb och Zn är 152, 61, 23 respektive 5 % högre i matjorden än i alven. Dessa förhöjda halter visar troligen till stor del på tillförsel utifrån via antropogena källor såsom deposition, betningsmedel, fosforgödselmedel och fodermedelstillsatser och bekräftar resultaten av beräkningarna utförda av Andersson (1992). En del av skillnaden beror förmodligen också på bioackumulation i ytan. Spårelement transporteras via rötter upp från alven och binds till organiskt material i matjorden (Eriksson, pers. medd. 2010). Halterna av As, Cu, Cr, Mn och Ni i matjorden är i hög grad betingade av modernmaterialens naturliga innehåll och korrelerar väl med halterna i den underliggande alven (Eriksson *et al.*, 1997). Enligt Anderssons (1992) beräkningar har nettotillskottet av As, Cu, Cr, Mn och Ni till åkermarken under 1900-talet i genomsnitt bara varit några procent.

Det är svårt att beräkna en undre gräns för halten av spårelement i marken vid vilken skadliga effekter uppstår. Witter (1992) har beräknat att den kritiska halten i åkermark för Cu, Ni och Zn är 4, 10 respektive 3 gånger högre än den ursprungliga bakgrundshalten. Tyler (1992) redovisar motsvarande beräkningar för mårlagret i svenska skogsjordar som säger att det krävs en tredubbling eller mer av den naturliga bakgrundshalten för att negativa effekter på markecosystemet och dess funktioner ska kunna påvisas. Enligt Anderssons (1992) beräkningar har halterna av spårelement i matjorden ökat i betydligt lägre grad än vad Witter (1992) och Tyler (1992) anger som kritiska. Baserat på halten i matjorden rapporterad av Andersson (1992) har Witter (1992) beräknat att om medelhalten av Cu, Ni och Zn i svensk jordbruksmark överstiger 60, 95 respektive 170 µg/g ts finns det risk för negativa effekter på markecosystemen. Dagens medelhalter av Cu, Ni och Zn i matjorden ligger dock klart under dessa värden (Eriksson *et al.*, 2010).

## Gränsvärden för spårelement i åkermark

I Sverige har vi idag inga gränsvärden för hur höga spårelementhalterna får vara i marken vid produktion av livsmedel. Det som finns att tillgå är gränsvärden för högsta tillåtna halt i marken vid spridning av avloppsslam (tabell 3). Syftet med dessa gränsvärden är att hindra att skadliga effekter

**Tabell 3: Gränsvärden för halten metaller i åkermark vid användning av avloppsslam (SNFS, 1998) och andel mark över gränsvärden för varje metall och sammanlagt (Eriksson *et al.*, 2010).**

| Spårelement  | mg/kg ts | % över | Spårelement      | mg/kg ts             | % över |
|--------------|----------|--------|------------------|----------------------|--------|
| Bly (Pb)     | 40       | 1,4    | Kvicksilver (Hg) | 0,3                  | -      |
| Kadmium (Cd) | 0,4      | 8,4    | Nickel (Ni)      | 30                   | 5,3    |
| Koppar (Cu)  | 40       | 3,7    | Zink (Zn)        | 100/150 <sup>1</sup> | 4      |
| Krom (Cr)    | 60       | 1,5    | Alla             | -                    | 14,8   |

<sup>1</sup> I Jämtlands, Stockholms, Södermanlands, Uppsala, Västernorrlands och Västmanlands län får åkermarkens zinkhalt uppgå till 150 mg/kg ts.

på mark, vegetation, djur och människor uppstår (SNFS, 1998). Enligt Eriksson *et al.* (2010) har knappt 15 % av jordbruksmarken halter över gränsvärdet för minst ett spårelement. Cd är det spårelement som oftast föreligger i för höga halter och drygt 8 % av jordbruksmarken har Cd-halter över gränsvärdet. Eriksson *et al.* (2010) gjorde inga analyser av Hg men enligt Eriksson *et al.* (1997) hade bara 0,2 % av jordarna halter över gränsvärdet.

För att bevara ett högkvalitativt jordbruk är de samband som råder mellan halter av spårelement i åkermarken och giftverkan på grödor och markorganismer viktiga att förstå. Ur ett mänskligt hälsoperspektiv är givetvis även förhållandet mellan halter i mark och gröda av stort intresse då spårelementen direkt påverkar vår hälsa genom intaget av föda. En stor del av forskningen på detta område har utförts i laboratoriemiljö eller i växthus där de aktuella spårelementen tillförts i sin lösliga form. Under dessa förhållanden råder en kontrollerad miljö vilken skiljer sig mycket åt från fältförhållandena. I naturliga jordar råder en större komplexitet vad gäller jordegenskaper, såsom pH, lerhalt och organiskt material. Det finns dock många studier som visar ett tydligt samband mellan halten av spårelement i marken och halten i växter och markorganismer (Eisler, 2000; Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Mikroorganismer är generellt mer känsliga för förhöjda halter av spårelement än både djur och växter (Broos *et al.*, 2005; Giller *et al.*, 1998). Det är därmed viktigt att övre gränsvärdena för halten av spårelement i marken är utformade med hänsyn tagen till markens mikroorganismer. Välmående mikroorganismer är mycket viktigt för nedbrytning och mineralisering av organiskt material och därmed även viktigt för markens bördighet. En svårighet med att upprätta gränsvärden relaterade till effekter på mikroorganismer är att den mängd av ett spårelement där toxiska symptom uppstår varierar mycket påtagligt mellan olika studier (Giller *et al.*, 1998; Giller *et al.*, 1999). En anledning till denna märkbara skillnad i toleransnivå hos mikroorganismer mellan olika studier är att det under kortvariga laboratorieförsök framför allt uppstår akut förgiftning medan det i långliggande fältförsök råder kronisk förgiftning eller stress. Mikroorganismer i fältförsök hinner anpassa sig till rådande förhållanden och kan uppvisa högre tolerans mot spårelement än vad samma art uppvisar i laboratorieförsök. Det har under senare år blivit allmänt accepterat att det är svårt att jämföra resultatet av metallers giftverkan på mikroorganismer mellan långliggande fältförsök och kortvariga försök i laboratoriemiljö (Giller *et al.*, 2009).

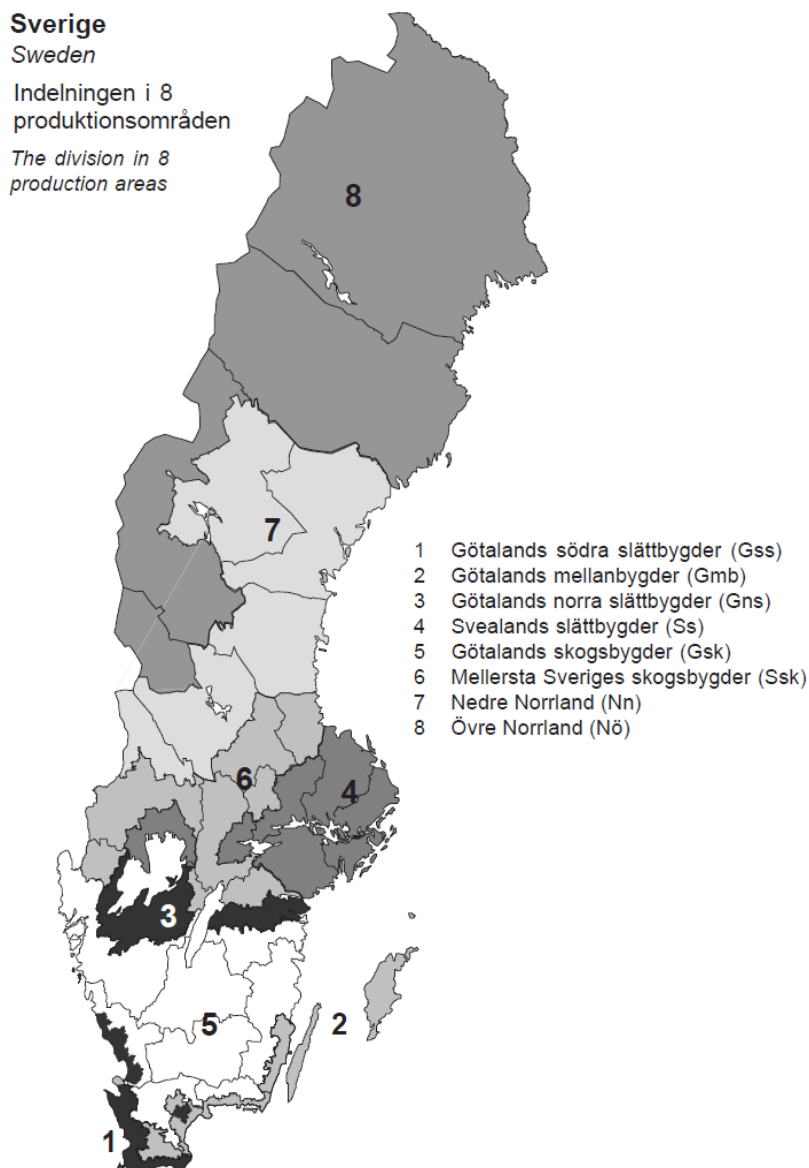
Något som ytterligare försvårar framtagning av gränsvärden är att spårelement kan interagera med varandra. Biotillgängligheten av vissa spårelement kan både hämmas och främjas av närvaron av andra spårelement och även giftverkan kan dämpas eller ökas (Eisler, 2000; Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Det är även viktigt att ha en korrekt bild av hur höga de naturliga halterna av spårelement är i ett område. I jordar som har en naturligt hög halt av spårelement är dessa generellt hårt bundna till mineralpartiklar och svårtillgängliga för växter. Dessa jordar är därmed mindre känsliga för en ytterligare tillförsel då spårelementen i stor utsträckning mycket snabbt kommer att bindas till mineralpartiklar och bli svårtillgängliga för växter. Detta har man delvis tagit fasta på efter resultatet från karteringen av alvjordar redovisad av Eriksson *et al.* (1997) som visar på naturligt höga halter av Cr och Zn i jordbruksmarken. Gränsvärdena för högsta tillåtna halt i jordbruksmark vid användning av avloppsslam höjdes för Cr och Zn från 30 till 60 mg/kg ts respektive från 75 till 100/150 mg/kg ts (SNFS, 1994; SNFS, 1998).

## Material och metoder

Denna rapport bygger på litteraturstudier och insamlande av data från skilda källor. Materialet har sammanställts och utvärderats för att möjliggöra balansberäkningar över tillförsel och bortförsel av spårelement i matjorden hos svensk åkermark. Balansberäkningarna är så kallade fältbalanser för



Sveriges åtta produktionsområden; Götalands södra slättbygder (Gss), Götalands mellanbygder (Gmb), Götalands norra slättbygder (Gns), Svealands slättbygder (Ss), Götalands skogsbygder (Gsk), Mellersta Sveriges skogsbygder (Ssk), Nedre Norrland (Nn) och Övre Norrland (Nö) (figur 1).



**Figur 1: Sveriges åtta produktionsområden (SJV, 2009)**

Resultatet jämförs med balansberäkningar utförda av Andersson (1992). De till- och bortförseldata där Andersson (1992) hade bristfälligt underlag har uppdaterats och beräknats på samma sätt som beräkningarna för dagsläget (appendix 2). De modifierade versionerna av Anderssons (1992) balansberäkningar finns redovisade i appendix 3. I balansberäkningarna ingår en tillförsel av spårelement genom handelsgödsel, stallgödsel, kalk och deposition och en bortförsel via skörd och utlakning. Differensen mellan tillförsel och bortförsel divideras med den totala halten av respektive spårelement i matjorden för att få en årlig procentuell förändring. Om tillförsel minus bortförsel är positiv sker en anrikning medan ett negativt värde ger en utarmning av respektive spårelement.

## Driftsinriktningar

För varje produktionsområde har det utförts balansberäkningar för gårdar specialiserade på växtodling och djurproduktion. För produktionsområdena Gss, Gmb, Gns och Ss finns det balansberäkningar för växtodlings-, mjölk- och slaktsvinsgårdar medan det för Gsk, Ssk, Nn och Nö enbart finns beräkningar för växtodlings- och mjölkgårdar, då svingårdar är mycket ovanliga i dessa områden. För varje produktionsområde har en typisk växtföljd använts för varje driftsinriktning. Då i regel mindre än 10 % av jordbruksarealen under samma säsong får både handelsgödsel och stallgödsel (SCB, 2008), byggs beräkningarna på antagandet att all tillförd växtnäring enbart är i form av handelsgödsel på växtodlingsgårdar och enbart i form av stallgödsel på djurgårdar. På växtodlingsgårdar antas att all halm lämnas kvar på fälten medan en mindre del tas in i stallarna på djurgårdar. All annan tillförsel och bortförsel, d.v.s. kalk, deposition och utlakning, har antagits vara lika för alla driftsinriktningar inom ett och samma produktionsområde.

## Markdata

Koncentrationen av spårelement i matjorden har räknats om till mängder med antagandet att plogdjupet är 20 cm och att matjorden har en skrymdensitet på 1,25 kg/dm<sup>3</sup>. Koncentrationen av spårelement i matjorden (tabell 4) är hämtade från Eriksson *et al.* (2010). Det har antagits att halterna i matjorden i ett produktionsområde är lika höga oavsett gårdens driftsinriktning.

**Tabell 4: Medelkoncentration och mängd av spårelement i matjorden för Sveriges åtta produktionsområden (Eriksson *et al.*, 2010).**

|     |          | As   | Cd    | Cr   | Cu   | Hg    | Mn   | Ni   | Pb   | Zn   |
|-----|----------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Gss | mg/kg ts | 3,82 | 0,249 | 17,3 | 10,4 | 0,040 | 322  | 10,2 | 17,1 | 49,1 |
|     | kg/ha ts | 9,6  | 0,62  | 43   | 26   | 0,10  | 810  | 26   | 43   | 120  |
| Gmb | mg/kg ts | 4,15 | 0,286 | 12,8 | 11,2 | 0,039 | 319  | 9,41 | 16,0 | 48,7 |
|     | kg/ha ts | 10,4 | 0,72  | 32   | 28   | 0,10  | 800  | 24   | 40   | 120  |
| Gns | mg/kg ts | 5,07 | 0,206 | 21,5 | 14,3 | 0,041 | 622  | 13,1 | 15,9 | 57,8 |
|     | kg/ha ts | 12,7 | 0,52  | 54   | 36   | 0,10  | 1560 | 33   | 40   | 140  |
| Ss  | mg/kg ts | 4,55 | 0,274 | 36,5 | 23,5 | 0,045 | 469  | 19,2 | 24,0 | 81,8 |
|     | kg/ha ts | 11,4 | 0,69  | 91   | 59   | 0,11  | 1170 | 48   | 60   | 200  |
| Gsk | mg/kg ts | 3,25 | 0,220 | 14,9 | 12,2 | 0,049 | 437  | 7,96 | 16,3 | 45,8 |
|     | kg/ha ts | 8,1  | 0,55  | 37   | 30   | 0,12  | 1090 | 20   | 41   | 110  |
| Ssk | mg/kg ts | 3,00 | 0,168 | 17,7 | 11,2 | 0,040 | 456  | 9,35 | 18,2 | 52,6 |
|     | kg/ha ts | 7,5  | 0,42  | 44   | 28   | 0,10  | 1140 | 23   | 45   | 130  |
| Nn  | mg/kg ts | 6,14 | 0,293 | 24,4 | 17,7 | 0,041 | 701  | 18,9 | 18,4 | 73,2 |
|     | kg/ha ts | 15,4 | 0,73  | 61   | 44   | 0,10  | 1750 | 47   | 46   | 180  |
| Nö  | mg/kg ts | 5,61 | 0,158 | 24,3 | 11,7 | 0,035 | 274  | 10,0 | 11,9 | 42,9 |
|     | kg/ha ts | 14,0 | 0,39  | 61   | 29   | 0,09  | 690  | 25   | 30   | 110  |

Eftersom det är en märkbar skillnad i flödena av spårelement vid olika driftsinriktningar kan eventuellt skillnader i mängden spårelement i matjorden vara direkt orsakade av olika driftsinriktningar. Ett försök att påvisa driftsinriktningens betydelse för markens egenskaper har gjorts av Eriksson *et al.* (2010). De redovisar separata data över koncentrationen av Cd, Cu och Zn i matjorden vid olika driftsinriktningar. Enligt Eriksson *et al.* (2010) är det små variationer mellan olika driftsinriktningar och det är svårt att se något generellt mönster. Det är snarare lerhalt och marktyp som är avgörande för mängden Cd, Cu och Zn i matjorden medans driftsinriktningen har mindre betydelse.

## Handelsgödseldata

I alla balansberäkningar har det antagits att all den fosfor som tillförs åkermarken via handelsgödsel är i formen av NPK. På den svenska marknaden har ca 75 % av all handelsgödsel fosfor som tillförs åkermarken detta ursprung (SJV, 2008). Koncentrationen av spårelement i NPK redovisas i tabell 5. Halterna av As, Cd, Cr, Hg, Ni och Pb i NPK har erhållits från Frostgård (pers. medd. 2010). De är medelvärden för NPK producerad av Yara under åren 2008-2009. Data för Cu, Mn och Zn är medelvärdet av de halter som uppmätts i två prov av NPK från Hydro Agri av Eriksson (2001). Yara, tidigare Hydro Agri, är den dominerande tillverkaren av NPK på den svenska marknaden med en marknadsandel på ca 60 % (Frostgård, pers. medd. 2010).

**Tabell 5: Koncentrationen av spårelement i olika gödselmedel (medelvärden), mg/kg P (Eriksson, 2001; Frostgård, pers. medd. 2010; Steinneck *et al.*, 2000).**

| Gödselmedel      | As | Cd  | Cr  | Cu    | Hg   | Mn     | Ni  | Pb  | Zn     |
|------------------|----|-----|-----|-------|------|--------|-----|-----|--------|
| NPK              | 11 | 2,9 | 143 | 35    | 0,13 | 6 850  | 93  | 17  | 388    |
| Flytgödsel, nöt  | 26 | 17  | 300 | 6 450 | 0,58 | 32 500 | 470 | 120 | 25 000 |
| Fastgödsel, nöt  | -  | 18  | 310 | 3 440 | -    | 25 600 | 330 | 77  | 19 300 |
| Flytgödsel, svin | 45 | 7,3 | 180 | 7 670 | 0,41 | 13 000 | 140 | 41  | 27 400 |
| Fastgödsel, svin | 62 | 14  | 320 | 6 020 | 0,90 | 12 200 | 200 | 54  | 36 600 |

Mängden tillförd fosfor per hektar åkermark (tabell 6) är medelvärdet av rekommenderade P-givor för varje enskild gröda i en växtföljd (Albertsson, 2008). Storleken på P-givan beror på vilken P-AL-klass som dominerar i ett produktionsområde. Följande P-AL-klasser (Eriksson *et al.*, 2010) har använts vid beräkning av mängden tillförd fosfor för varje produktionsområde: medelvärdet av rekommenderad P-giva för klass III och IV A för Gss och Gmb, klass III för Gns, Ss, Gsk, Nn och Nö och medelvärdet för klass II och III för Ssk. Nn ska enligt mina beräkningar gödslas enligt rekommendationen för P-AL-klass II. Den verkliga tillförseln är dock inte så stor förmodligen för att detta vore oekonomiskt då markens pH är lågt i de två nordligaste produktionsområdena och fosfor därför riskerar att fastläggas och bli otillgänglig för grödorna. Mängden tillförd fosfor enligt tabell 6 överensstämmer relativt väl med rapporterad genomsnittlig P-giva för växtodlingsgårdar (SCB, 2008).

**Tabell 6: Beräknad mängd tillförd fosfor (NPK) och kalk till åkermarken i Sveriges åtta produktionsområden.**

|           | Gss  | Gmb | Gns  | Ss   | Gsk  | Ssk | Nn  | Nö  |
|-----------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| kg P/ha   | 12,4 | 7,4 | 11,4 | 11,0 | 10,0 | 9,2 | 2,7 | 2,2 |
| kg CaO/ha | 90   | 50  | 50   | 25   | 60   | 50  | 40  | 35  |

Det finns också fosforgödselmedel som under tillverkningen berikats med Cu, Mn och Zn. Dessa mikronäringsberikade gödselmedel utgör dock enbart en mindre del av all såld fosforgödsel. Under säsongen 2005/06 såldes ca 21 500 ton mikronäringsberikade NPK-gödselmedel medan den totala mängden försäld handelsgödsel innehållande fosfor uppgick till ca 331 500 ton (SJV, 2008). Det har därför antagits att tillförseln av spårelement genom mikronäringsberikade gödselmedel är försumbar.

## Stallgödseldata

Halterna av spårelement i stallgödsel (tabell 5) har erhållits från Steinneck *et al.* (2000) med undantag för As och Hg där koncentrationer framtagna av Eriksson (2001) har använts. Mängden tillförd stallgödsel har antagits motsvara en fosforgiva på 22 kg per hektar och år vilket är den högsta tillåtna som ett 5-årsmedelvärde (SJVFS, 2010). Steinneck *et al.* (2000) rapporterar en P-halt på 7,6 kg/ton ts och 23,2 kg/ton ts för flytgödsel från nötkreatur respektive svin. Detta motsvarar en flytgödselgiva på 2,90 ton ts per hektar och år från nötkreatur och 0,95 ton ts per hektar och år från svin. Enligt SCB

(2008) fick ungefär två tredjedelar av den stallgödslade arealen flytgödsel under säsongen 2006/07. Under samma säsong var 73 % av alla mjölkkor och 92 % av alla slaktsvin inhysta i stall med system för flytgödselhantering. Av denna anledning har det i balansberäkningarna antagits att alla djurgårdar hanterar flytgödsel.

Det finns höga halter av framför allt Cu, Zn och Mn i stallgödsel då dessa mikronäringsämnen tillsätts i djurfoder. Andra orsaker till höga halter av spårelement i stallgödsel är korrosion av stålmaterial inne stallbyggnader och användandet av desinfektionsmedel innehållandes koppar- eller zinksulfat. Omfattningen av korrosionen bestäms till största del av halten ammonium, fuktighet och temperatur inne stallen. Av andelen Zn i stallgödsel kan så mycket som 13 % ha sitt ursprung från korrosion (Eckel *et al.*, 2005).

## Kalkdata

Försäljningsstatistiken för kalk redovisas länsvis medan statistik för produktionsområden saknas. Därför har kalktillförseln för varje produktionsområde skattats från statistiken för de län som ingår i respektive produktionsområde. Mängden tillförd kalk (tabell 6) har antagits vara medelvärdet av försåld mängd i CaO per hektar utnyttjad åker (SCB, 2009a) för åren 2005-2008, utom för Nn och Nö där data från perioden 1999-2003 använts då data från senare år saknas. Koncentrationer av Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb och Zn i kalkningsmedel (tabell 7) är rapporterade av Nordkalk AB (2008a; b; c; d), As av Grönvall (pers. medd. 2009) och Mn av Andersson (1992).

**Tabell 7: Koncentrationen av spårelement i kalk, mg/kg CaO (Nordkalk AB, 2008a; b; c; d).**

| Lokal      | As <sup>1</sup> | Cd  | Cr | Cu | Hg   | Mn <sup>2</sup> | Ni | Pb | Zn |
|------------|-----------------|-----|----|----|------|-----------------|----|----|----|
| Ignaberga  | 1               | 1,0 | 6  | 2  | 0,02 | 1320            | 2  | 2  | 16 |
| Orsa       | 2               | 0,2 | 4  | 7  | 0,02 | 1320            | 17 | 6  | 11 |
| Storugns   | 2               | 0,2 | 12 | 10 | 0,02 | 1320            | 6  | 10 | 29 |
| Uddagården | 13              | 0,2 | 11 | 17 | 0,02 | 1320            | 25 | 15 | 19 |
| Medelvärde | 4               | 0,4 | 8  | 9  | 0,02 | 1320            | 12 | 8  | 19 |

<sup>1</sup> Data är hämtad från Grönvall (pers. medd. 2009).

<sup>2</sup> Data är hämtad från Andersson (1992), men halterna är omräknade från mg/kg CaCO<sub>3</sub>.

Halterna av spårelement i kalksten varierar beroende på vilken kalktäkt produkten kommer ifrån (tabell 7). Detta medför att tillförseln av spårelement via en bestämd kalkgiva blir olika stor beroende på kalkens ursprung. Då kalkanvändningen idag generellt är låg får det dock liten betydelse om man använder medelvärdet eller data från en enskild kalktäkt. I balansberäkningarna har därför medelvärdet av koncentrationen av spårelement i kalk från Nordkalks fyra kalktäkter i Sverige använts vid beräkning av tillförseln via kalk. Vid ökad förbrukning av kalk kan dock valet av kalktäkt få en större betydelse för den totala tillförseln av spårelement, men då främst för As, Cd och Ni.

Det bör påpekas att användningen av kalk har varierat påtagligt under olika perioder och att det sannolikt kommer att fortsätta så. De kalkmängder som har använts i balansberäkningarna är resultatet av en nedåtgående trend i kalkanvändning och de kan mycket väl vara inaktuella inom några få år om förbrukningen ökar till rekommenderade nivåer.

## Depositionsdata

Storleken på depositionen av spårelement i Sverige finns redovisad i tabell 8. Basen för depositionsdata är nederbördsdata rapporterad av IVL (2009). Nederbörden uppsamlas med bulkprovtagare som är exponerad för atmosfärisk deposition under hela mätperioden varför en del av den uppmätta depositionen även utgörs av torrdeposition. Hur stor andel av torrdepositionen som uppsamlas av bulkprovtagare är dock okänt (Wängberg, pers. medd. 2011). På grund av få nederbördsstationer har nedfall i mellanliggande områden skattats med hjälp av mossanalyser. Mossor har generellt en stor

förmåga att kvarhålla flertalet spårelement och koncentrationen i mossvävnaden ökar därmed med tiden till följd av depositionen. För de flesta mattbildande mossarter är kontakten med det underliggande materialet mycket begränsat och upptaget av spårelement därifrån blir därmed mycket litet (Berg *et al.*, 2003). Av dessa anledningar har det antagits att det råder ett linjärt samband mellan nedfallet av spårelement och halten i mossor. Vid insamlingen av mossor skördas de senaste tre årens tillväxt, men den eventuella tillväxt som blivit under provtagningsåret avlägsnas före analysen av spårelement (Pihl Karlsson, pers. medd. 2010). Halten av spårelement i mossor jämförs därför mot medelvärdet av nedfallet med nederbörd för en period på tre år. För Skåne och Västra Götaland har nederbördsdata för åren 2002-2004 jämförts mot mossdata för år 2005 medan för Södermanland och Jämtland har nederbördsdata för åren 1997-1999 jämförts mot mossdata för år 2000.

Uppmätt nedfall med nederbörden i länen Skåne, Västra Götaland, Södermanland och Jämtland (IVL, 2009) har fått representera depositionen i respektive län och har använts som utgångspunkt vid beräkning av depositionen i hela landet. Halten av spårelement i mossor (IVL, 2009) har använts för att indikera om depositionen är större eller mindre i ett län där det inte utförts några nederbördsmätningar. Kvoten mellan nedfall med nederbörd och halten i mossor från ett och samma län har använts för att med hjälp av mossorna från samtliga län som variationsunderlag, beräkna storleken på depositionen i Sverige.

**Tabell 8: Beräknad deposition av spårelement i Sveriges åtta produktionsområden där data från mätningar i nederbörd extrapolerats till större områden med hjälp av mosskarteringen, g/ha\*år.**

|     | As  | Cd  | Cr  | Cu | Hg   | Mn | Ni  | Pb | Zn |
|-----|-----|-----|-----|----|------|----|-----|----|----|
| Gss | 1,1 | 0,5 | 1,4 | 10 | 0,07 | 29 | 2,2 | 12 | 52 |
| Gmb | 0,9 | 0,5 | 1,0 | 8  | 0,06 | 29 | 1,8 | 11 | 48 |
| Gns | 1,0 | 0,3 | 1,3 | 7  | 0,07 | 18 | 2,0 | 9  | 43 |
| Ss  | 1,0 | 0,4 | 1,2 | 8  | 0,05 | 18 | 1,4 | 10 | 45 |
| Gsk | 0,9 | 0,4 | 1,0 | 8  | 0,06 | 29 | 1,9 | 10 | 44 |
| Ssk | 0,9 | 0,3 | 1,1 | 7  | 0,05 | 18 | 1,5 | 8  | 42 |
| Nn  | 0,7 | 0,3 | 1,4 | 6  | 0,05 | 26 | 1,3 | 6  | 37 |
| Nö  | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 9  | 0,05 | 26 | 1,8 | 5  | 35 |

## Gröddata

Halterna av spårelement i grödor redovisas i tabell 9. Halterna i kärnor hos höstvet, vårkorn och havre är medelvärde för åren 2001-2007 rapporterade av Eriksson *et al.* (2010). Halterna i vall är medelvärde för åren 2001-2007 framtagna av Eriksson (pers. medd. 2010). I brist på nyare data är värdena för As och Hg i ovanstående grödor hämtade från Andersson (1992) vilket även gäller för koncentrationerna av spårelement i höstraps. Det finns inga data att tillgå för Hg i raps vilket betyder att bortförselein blir något underskattad i växtföljder där denna gröda ingår. Halterna av spårelement i sockerbetor är hämtade från Landquist (1994) utom Mn vilket är hämtat från Andersson (1992).

Det har antagits att en gröda i ett produktionsområde har samma koncentration av spårelement oavsett gårdens driftsinriktning. I ett långliggande fältförsök med vete har dock Kirchmann *et al.* (2009) visat att koncentrationen av Cu, Cr och Ni är högre i vetekärnor gödslade med enbart stallgödsel från nötboskap i jämförelse mot vete som gödslats med NPK. Halterna av Zn var däremot högre i vetekärnor gödslade med enbart NPK. Dessa haltskillnader är emellertid för små för att i någon större bemärkelse påverka balansberäkningarna. Därtill är de halter som är rapporterade av Eriksson *et al.* (2010) inhämtade från både växtodlingsgårdar och djurgårdar och utgör därmed ett snitt för flera olika driftsinriktningar.

**Tabell 9: Medelkoncentrationer av spårelement i olika grödor för varje produktionsområde, mg/kg ts (Eriksson *et al.*, 2010).**

| Gröda                    |     | As    | Cd    | Cr    | Cu   | Hg    | Mn   | Ni    | Pb    | Zn   |
|--------------------------|-----|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|
| Höstvete <sup>1</sup>    | Gss | 0,015 | 0,054 | 0,026 | 3,54 | 0,002 | 23,8 | 0,102 | 0,027 | 22,2 |
|                          | Gmb | 0,015 | 0,064 | 0,026 | 3,72 | 0,002 | 23,1 | 0,123 | 0,028 | 27,0 |
|                          | Gns | 0,015 | 0,035 | 0,032 | 4,01 | 0,002 | 26,6 | 0,136 | 0,033 | 24,5 |
|                          | Ss  | 0,015 | 0,049 | 0,028 | 4,33 | 0,002 | 28,6 | 0,244 | 0,034 | 28,4 |
|                          | Gsk | 0,015 | 0,051 | 0,025 | 3,69 | 0,002 | 39,0 | 0,368 | 0,034 | 27,3 |
|                          | Ssk | 0,015 | 0,041 | 0,025 | 3,87 | 0,002 | 23,6 | 0,151 | 0,021 | 23,8 |
| Vårkorn <sup>1</sup>     | Gss | 0,006 | 0,017 | 0,026 | 3,63 | 0,003 | 11,5 | 0,040 | 0,024 | 26,0 |
|                          | Gmb | 0,006 | 0,018 | 0,026 | 3,64 | 0,003 | 12,0 | 0,030 | 0,033 | 29,4 |
|                          | Gns | 0,006 | 0,011 | 0,025 | 3,97 | 0,003 | 13,7 | 0,052 | 0,036 | 24,3 |
|                          | Ss  | 0,006 | 0,022 | 0,026 | 4,99 | 0,003 | 14,1 | 0,110 | 0,033 | 33,1 |
|                          | Gsk | 0,006 | 0,010 | 0,026 | 3,93 | 0,003 | 15,3 | 0,045 | 0,025 | 32,0 |
|                          | Ssk | 0,006 | 0,013 | 0,026 | 5,02 | 0,003 | 16,4 | 0,037 | 0,041 | 34,6 |
|                          | Nn  | 0,006 | 0,015 | 0,027 | 5,93 | 0,003 | 13,3 | 0,053 | 0,028 | 34,9 |
|                          | Nö  | 0,006 | 0,010 | 0,025 | 5,27 | 0,003 | 14,7 | 0,088 | 0,045 | 32,1 |
| Havre <sup>1</sup>       | Gss | 0,003 | 0,033 | 0,025 | 2,54 | 0,003 | 36,4 | 0,706 | 0,025 | 29,2 |
|                          | Gmb | 0,003 | 0,028 | 0,025 | 2,98 | 0,003 | 31,6 | 0,363 | 0,038 | 28,4 |
|                          | Gns | 0,003 | 0,014 | 0,025 | 2,97 | 0,003 | 36,5 | 0,706 | 0,024 | 25,5 |
|                          | Ss  | 0,003 | 0,040 | 0,025 | 3,96 | 0,003 | 45,4 | 2,088 | 0,025 | 31,9 |
|                          | Gsk | 0,003 | 0,028 | 0,025 | 3,63 | 0,003 | 52,5 | 0,973 | 0,027 | 34,3 |
|                          | Ssk | 0,003 | 0,032 | 0,058 | 3,98 | 0,003 | 45,3 | 1,076 | 0,024 | 33,5 |
|                          | Nn  | 0,003 | 0,031 | 0,025 | 3,60 | 0,003 | 43,6 | 0,801 | 0,020 | 27,2 |
| Slåttervall <sup>2</sup> | Gss | 0,036 | 0,077 | 0,105 | 5,54 | 0,006 | 65,0 | 0,943 | 0,096 | 30,2 |
|                          | Gmb | 0,036 | 0,089 | 0,096 | 5,26 | 0,006 | 83,6 | 0,693 | 0,134 | 28,3 |
|                          | Gns | 0,036 | 0,054 | 0,094 | 6,03 | 0,006 | 75,3 | 0,791 | 0,117 | 31,2 |
|                          | Ss  | 0,036 | 0,067 | 0,095 | 5,04 | 0,006 | 50,5 | 0,893 | 0,093 | 29,3 |
|                          | Gsk | 0,036 | 0,071 | 0,064 | 5,60 | 0,006 | 105  | 0,781 | 0,141 | 29,6 |
|                          | Ssk | 0,036 | 0,028 | 0,166 | 5,33 | 0,006 | 45,8 | 0,406 | 0,132 | 25,9 |
|                          | Nn  | 0,036 | 0,115 | 0,137 | 7,63 | 0,006 | 110  | 1,436 | 0,117 | 34,1 |
|                          | Nö  | 0,036 | 0,205 | 0,109 | 7,87 | 0,006 | 44,5 | 1,858 | 0,058 | 34,1 |
| Höstraps <sup>3</sup>    |     | 0,001 | 0,08  | 0,019 | 3,0  | -     | 44   | 0,51  | 0,2   | 42   |
| Sockerbetor <sup>4</sup> |     | 0,025 | 0,16  | 0,07  | 2,3  | 0,025 | 30   | 0,28  | 0,37  | 15   |

<sup>1</sup> Data för As och Hg är hämtade från Andersson (1992) men halten är omräknad till mg/kg ts, med 86 % ts i spannmål.

<sup>2</sup> Data för Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb och Zn är framtagna av Eriksson (pers. medd. 2010). Data för As och Hg är hämtad från Andersson (1992) men halten är omräknad till mg/kg ts, med 83,5 % ts i vall.

<sup>3</sup> Data för samtliga spårelement är hämtade från Andersson (1992) men halten är omräknad till mg/kg ts, med 91 % ts i raps.

<sup>4</sup> Data för As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb och Zn är hämtade från Landquist (1994). Värdet för As och Hg är halva detektionsgränsen. Data för Mn är hämtad från Andersson (1992) men halten är omräknad till mg/kg ts, med 24 % ts i betrotten.

Skördenivåer (tabell 10) för grödor, med undantag för sockerbetor, är femårsmedelvärden för konventionell hektarskörd rapporterad av SCB (2009c). För sockerbetor har normskörden (SCB, 2009c) använts då det inte finns några femårsmedelvärden att tillgå.

**Tabell 10: Skördenivåer (femårsmedelvärden, kg/ha\*år) för varje gröda i respektive produktionsområde samt vattenhalt (%), (SCB, 2009c).**

| Gröda                    | Vattenhalt %    | Gss    | Gmb    | Gns   | Ss    | Gsk    | Ssk   | Nn    | Nö    |
|--------------------------|-----------------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Höstvete                 | 14              | 7 319  | 6 073  | 6 294 | 5 918 | 5 546  | 5 555 | -     | -     |
| Vårkorn                  | 14              | 5 102  | 4 045  | 4 603 | 4 415 | 3 575  | 3 418 | 2 792 | 2 362 |
| Havre                    | 14              | 4 756  | 3 842  | 4 425 | 4 227 | 3 621  | 3 476 | 2684  | 2346  |
| Höstraps                 | 9               | 3 507  | 3 133  | 3 277 | 2 869 | 2 993  | 2971  | -     | -     |
| Slåttervall              | 16,5            | 6 460  | 5 957  | 6 649 | 5 314 | 5 285  | 4 350 | 4 154 | 4 129 |
| Sockerbetor <sup>1</sup> | 76 <sup>2</sup> | 50 098 | 47 597 | -     | -     | 43 227 | -     | -     | -     |

<sup>1</sup> Normskördar rapporterade av SCB (2009c).

<sup>2</sup> Vattenhalt för sockerbetor är hämtad från Landquist (1994).

Vid beräkning av normskörden används skördenivåer för 15 år tillbaka i tiden. Detta medför att det kan vara en betydande skillnad på normskörd och femårsmedelvärden, särskilt om det varit missväxt eller ovanligt höga skördar under ett eller flera år. Anledningen till att femårsmedelvärden för konventionell hektarskörd ändå har använts i beräkningarna är att skörd från arealer som är ekologiskt odlade inte påverkar resultatet vilket är fallet för normskörden. SCB (2009c) rapporterar en skillnad på upp till 700 kg/ha för höstvete vid en jämförelse mellan normskörd och femårsmedelvärde. För övrig spannmål ses också en stor skillnad mellan normskörd och femårsmedelvärde. Vid jämförelse av skördestatistik för södra delarna av landet ser man att spannmålsskörden år 2006 var betydligt lägre än normalt medan sockerbetsskörden inte drabbats av missväxt (SCB, 2009d). Detta medför att femårsmedelvärdet för spannmål dras ned av den låga skörden år 2006 och blir lägre än normskörden. Den av SCB (2009c) rapporterade normskörden av sockerbetor kan däremot vara något lägre än vad ett tänkt femårsmedelvärde skulle vara, då skördestatistiken för sockerbetor på länsnivå visar en klart uppåtgående trend i skördenivåer (SCB, 2009d).

Data för stallgödsel inbegriper spårelement som kommer från halm. Detta har i beräkningarna för djurgårdar i varje produktionsområde balanserats av en bortförsel av spårelement via skörd av strö-halm. Halterna av spårelement i halm (tabell 11) är hämtade från Andersson (1992). Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i halm från havre respektive vete. Detta medför att bortför-seln av As och Hg via strö-halm blir något för lågt uppskattad vid växtföljder där dessa grödor ingår. I balansberäkningarna har det antagits att varje mjölkko och slaktsvin får 300 respektive 20 kg halm per år och individ. Dessa antaganden har gjorts utifrån data över halmmängder som för mjölkkor är hämtade från Agriwise (2010) och för slaktsvin är erhållna från Høek Presto (pers. medd. 2010). Den-na halm förbrukas både som strö och foder och dess innehåll av spårelement går via stallgödseln tillbaka till åkermarken. Vid beräkningar av den totala mängden skördad halm som går till strö/foder har det antagits en djurtäthet på 1,3 mjölkkor eller 9,6 slaktsvin per hektar och år (SJVFS, 2010). Des-sa djurtätheter anses vara de högsta tillåtna för att mängden tillförd fosfor med stallgödsel inte ska överstiga den lagligt tillåtna givan på högst 22 kg per hektar och år. Med ovan använd djurtäthet beräknas den totala mängden halm som förs in i djurstallarna till 390 och 190 kg per hektar och år för mjölkkor respektive slaktsvin. I balansberäkningarna är det halmen från höstvete, vårkorn och havre som används till strö och foder. Det årliga uttaget av halm i en viss gröda är större än ovan nämnda mängder eftersom de aktuella grödorna vissa år ersätts av framför allt vall i växtföljden. Beräknat uttag av strö-halm i varje gröda beror på hur ofta den förekommer i växtföljden och hur många av åren i växtföljden som höstvete, vårkorn och havre ersätts av annan gröda som inte ger någon halm-skörd.

Mängden halm som tas in i mjölkproduktionen är relativt liten då det antagits att inga mjölkgårdar har djupströbädd. I dagens mjölkproduktion är det mycket ovanligt med djupströbädd på grund av

den stora åtgången av halm. De vanligaste systemen är båssängar i lösdrift eller liggbås i uppbundna stallar vilka har en uppskattad åtgång av halm som är en tiondel av åtgången vid djupströbädd (Spörndly, pers. medd. 2010). Mängden halm till mjölkkor varierar i olika delar av landet. Detta beror på att det finns många olika inhysningssystem och ett flertal olika strömedel. I norra delarna av Sverige är det vanligt med kutterspån och sågspån som strömedel och då får mjölkorna vanligtvis inte heller någon foderhalm (Spörndly, pers. medd. 2010; Agriwise, 2010). För slaktsvin kan halmmängden också variera relativt mycket mellan olika besättningar. Enligt Høøk Presto (pers. medd. 2010) får slaktsvin generellt omkring 30-100 g halm per dag och individ, men det kan variera beroende på typ av produktionssystem. Ovanstående halmmängder resulterar i att mängden halm som tas tillvara och förs in i svinstallet kan variera mellan 105-350 kg halm per hektar och år med en maximal djurtäthet på 9,6 slaktsvin per hektar och år. Dagens förbrukning av halm på djurgårdar är dock relativt liten och har mindre betydelse för balansen mellan tillförsel och bortförsel av spårelement.

**Tabell 11: Koncentrationer av spårelement i lufttorkad halm från vete, korn och havre, mg/kg (Andersson, 1992).**

| Gröda | As    | Cd   | Cr   | Cu  | Hg    | Mn | Ni   | Pb   | Zn  |
|-------|-------|------|------|-----|-------|----|------|------|-----|
| Vete  | 0,017 | 0,11 | 0,16 | 1,3 | -     | 29 | 0,21 | 0,45 | 9,4 |
| Korn  | 0,023 | 0,12 | 0,13 | 3,3 | 0,020 | 36 | 0,40 | 1,1  | 14  |
| Havre | -     | 0,13 | 0,15 | 4,3 | 0,016 | 22 | 0,63 | 1,3  | 19  |

Växtföljderna (tabell 12) som använts har erhållits av flera växtodlingsrådgivare från de lokala hus-hållningssällskapen i respektive produktionsområde. Dessa växtföljder representerar vanligt förekommande grödor för varje typ av driftsinriktning och stämmer väl överens med brukade arealer av grödor rapporterade av SJV (2009).

**Tabell 12: Växtföljder för varje driftsinriktning som använts i beräkningarna.**

| Driftsinriktning | Gss         | Gmb      | Gns      | Ss       | Gsk      | Ssk      | Nn      | Nö      |
|------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Växtodlingsgård  | Sockerbetor | Höstraps | Höstraps | Vårkorn  | Höstvete | Vårkorn  | Vårkorn | Vårkorn |
|                  | Vårkorn     | Vårkorn  | Höstvete | Höstraps | Höstraps | Höstvete | Vall    | Vall    |
|                  | Höstraps    | Höstvete | Havre    | Höstvete | Vårkorn  | Havre    | Vall    | Vall    |
|                  | Höstvete    | Höstvete | Höstvete | Havre    | Havre    | Höstvete | Vall    | Vall    |
|                  |             |          | Vårkorn  | Höstvete |          | Vårkorn  | Havre   | Havre   |
| Mjölkgård        | Vårkorn     | Vårkorn  | Vårkorn  | Vårkorn  | Vårkorn  | Vårkorn  | Vårkorn | Vårkorn |
|                  | Vall        | Vall     | Vall     | Vall     | Vall     | Vall     | Vall    | Vall    |
|                  | Vall        | Vall     | Vall     | Vall     | Vall     | Vall     | Vall    | Vall    |
|                  | Vall        | Vall     | Vall     | Vall     | Vall     | Vall     | Vall    | Vall    |
|                  | Höstvete    | Vårkorn  | Höstvete | Höstvete | Havre    | Havre    | Vårkorn | Vårkorn |
| Slaktsvinsgård   | Höstraps    | Höstraps | Höstraps | Vårkorn  |          |          |         |         |
|                  | Höstvete    | Vårkorn  | Höstvete | Höstvete |          |          |         |         |
|                  | Sockerbetor | Höstvete | Havre    | Vårkorn  |          |          |         |         |
|                  | Vårkorn     | Höstvete | Höstvete | Höstvete |          |          |         |         |
|                  | Höstvete    |          | Vårkorn  |          |          |          |         |         |
|                  | Vårkorn     |          | Havre    |          |          |          |         |         |

## Utlakningsdata

Utlakningen av spårelement redovisas i tabell 13. Tillgängliga data för As, Cr, Hg, Mn, Ni och Pb avser dräneringsdjup (ca 1 m) och inte matjord och är rapporterade av Andersson *et al.* (1988). För Cd, Cu



och Zn finns data över koncentrationen i markvatten från matjorden från 4 jordar runt Ultuna och en jord vid Säbyholm i Skåne uttagna med sugceller att tillgå (Eriksson, pers. medd. 2010). Koncentrationerna har räknats om till utlakad mängd från matjorden med hjälp av avrinningsdata (Brandt *et al.*, 1994). I balansberäkningarna har ett sammanvägt medelvärde av beräknad utlakning i Ultuna och Säbyholm använts. För Zn användes enbart värden från Skåne då de värden som uppmättes vid Ultuna var mycket högre än i de som uppmätts i andra mätningar och troligen inte representativt för landet som helhet. Erikssons data för Cd, Cu och Zn är i samma storleksordning som de som uppmättes med samma metoder i Öjebyn av Bengtsson *et al.* (2006).

**Tabell 13: Utlakning av spårelement i Sverige, g/ha\*år (Andersson *et al.*, 1988; Eriksson, pers. medd. 2010).**

| As   | Cd  | Cr  | Cu | Hg   | Mn | Ni  | Pb  | Zn |
|------|-----|-----|----|------|----|-----|-----|----|
| 0,48 | 0,3 | 0,7 | 40 | 0,01 | 39 | 3,9 | 0,5 | 17 |

För de ämnen för vilka det inte finns några andra data över utlakningen att tillgå har det varit tvunget att använda de som rapporterats av Andersson *et al.* (1988) trots att den avser dräneringsdjup. Anderssons *et al.* (1988) data blir sannolikt missvisande att använda för matjorden eftersom utlakningen troligen ofta är högre från denna del av markprofilen (Eriksson, pers. medd. 2010). Ulén (2004) har sammanställt fakta för att klargöra om utlakningen rapporterad av Andersson *et al.* (1988) är representativ för dagens förhållanden. Ulén (2004) konstaterar att årsavrinningen från observationsfälten under provtagningsåren 1983/84 och 1984/85 inte nämnvärt skiljer sig från årsavrinningen under hela observationsperioden 1977-2002. Vidare fastslår hon att det inte skett någon större förändring av pH-värdet i dräneringsvattnet från observationsfälten. Utifrån dessa data kan man dra slutsatsen att Anderssons *et al.* (1988) data gäller även för dräneringsvatten från en meters djup för dagens situation.

I balansberäkningarna har det inte tagits hänsyn till borttransport av suspenderat material i dräneringsvattnet utan det är enbart den lösta fraktionen som finns redovisad. Bortförsel av spårelement från jordbruksmark via erosion kan under vissa omständigheter vara betydande (Andersson *et al.*, 1988). Detta visar sig genom relativt stora mängder suspenderat material i vattnet från både ytavrinning (Ulén, 1988), dränering från matjorden (Puustinen *et al.*, 2007) och dränering från en meters djup (Andersson *et al.*, 1988). Erosion är viktigt att ta hänsyn till vid beräkningar av tillförsel av spårelement till sjöar och vattendrag. Orsaken till att erosionen inte tagits med i dessa balansberäkningar är att den till största delen sänker markytan och inte i någon större grad på kort sikt påverkar koncentrationen av spårelement i det återstående jordmaterialet. I ett långt tidsperspektiv eller vid kraftig erosion, då stora delar av matjorden förs bort, är denna faktor dock viktig att ta hänsyn till. Detta eftersom den underliggande alven ofta har lägre halter av spårelement och efter en borttransport av ovanliggande matjord bearbetas den in i matjorden (Eriksson, pers. medd. 2010). Enligt Puustinen *et al.* (2007) kan erosionen från jordbruksmark variera mellan 500 och 2500 kg per hektar och år. Om man antar en densitet för matjorden på 1,25 kg/dm<sup>3</sup> sjunker markytan med 0,04-0,20 mm per år vilket på 100 år blir en sänkning på 4-20 mm. Då matjorden är 25-30 cm djup tar det troligen flera hundra år innan översta delen av alven börjar plöjas in i matjorden om dagens grundare bearbetningsdjup behålls. När väl alven börjar plöjas in i matjorden är det så små mängder att det troligen har mycket liten påverkan på halten av spårelement i matjorden även under förhållanden där det råder relativt stor skillnad mellan alv och matjord.

## Resultat och diskussion

### Trender i halter och flöden

#### Halter av spårelement i matjorden

För att kunna jämföra dagens situation med den 1990 har samma data använts i de reviderade balansberäkningarna för 1990. Detta ger ett fel, men troligen är det litet då flödena är små i förhållande till den totala mängden i matjorden. Data från miljöövervakningen tyder inte heller på stora förändringar under denna tid (Eriksson *et al.*, 2010).

#### Handelsgödsel

Halterna av de flesta spårelement i handelsgödsel har minskat påtagligt mellan 1990 och idag (tabell 14) vilket tillsammans med små förändringar i P-givor ger en minskad tillförsel för majoriteten av spårelement. Undantaget är Mn eftersom halten av detta spårelement ökat kraftigt i fosforgödselmedel. Möjligen har minskningen i tillförsel via handelsgödsel under den aktuella tiden varit ännu större eftersom P-givan för 1990 troligen kan ha varit högre. Den P-giva som Andersson (1992) använde i balansberäkningarna för 1990 byggde på försåld mängd fosfor per hektar utnyttjad åkermark vilket troligen innebär en lägre P-giva än den faktiska för en växtproduktionsgård som enbart använder handelsgödsel. Underskattningen beror på att all brukad jordbruksmark, även ogödslad och den som stallgödslas, räknas in i begreppet utnyttjad åkermark och inte enbart den som får handelsgödsel.

Tabell 14: Halter av spårelement i handelsgödsel, mg/kg P (Andersson, 1992; Eriksson, 2001; Frostgård, pers. medd. 2010).

| År   | Gödselmedel   | As | Cd  | Cr    | Cu  | Hg   | Mn    | Ni  | Pb | Zn    |
|------|---------------|----|-----|-------|-----|------|-------|-----|----|-------|
| 1990 | P-gödselmedel | 69 | 64  | 1 770 | 151 | 1,9  | 1 910 | 212 | 15 | 1 190 |
| 2009 | NPK           | 11 | 2,9 | 143   | 35  | 0,13 | 6 850 | 93  | 17 | 388   |

#### Stallgödsel

Andersson (1992) har i sina balansberäkningar för djurproduktion antagit en tillförsel av 2 ton ts stallgödsel per hektar och år men redovisar inte vilken typ av stallgödsel det är eller vilket djurslag den kommer ifrån. Halterna av spårelement i stallgödseln, med undantag för Pb, har Andersson (1992) hämtat från Andersson (1977) där det också framgår att stallgödsel har en fosforhalt på 1 %, räknat på torrsubstansen. Med en tillförsel av 2 ton ts stallgödsel med en P-halt på 1 % ger det en P-giva på 20 kg per hektar och år för 1990. Utöver stallgödsel tillfördes även 6-8 kg fosfor i form av handelsgödsel vid djurproduktion 1990.

Mängden spårelement per kg fosfor är generellt lägre i dagens stallgödsel än den som användes 1990 (tabell 15). Undantaget är Cu och Zn i flytgödsel från nötkreatur och svin och även för fastgödsel från svin för vilka halterna har ökat. En ökad användning av mineralfoder kan vara anledningen till de

Tabell 15: Halter av spårelement i stallgödsel, mg/kg P (Andersson, 1977; Eriksson, 2001; Steinneck *et al.*, 2000).

| År   | Gödselslag                 | As               | Cd   | Cr  | Cu    | Hg   | Mn     | Ni  | Pb               | Zn     |
|------|----------------------------|------------------|------|-----|-------|------|--------|-----|------------------|--------|
| 1990 | Stallgödsel, ospecificerad | 7,5 <sup>1</sup> | 32,5 | 500 | 4 100 | 10   | 31 500 | 800 | 300 <sup>2</sup> | 21 500 |
| 2009 | Flytgödsel, nöt            | 26               | 17   | 300 | 6 450 | 0,58 | 32 500 | 470 | 120              | 25 000 |
|      | Fastgödsel, nöt            | -                | 18   | 310 | 3 440 | -    | 25 600 | 330 | 77               | 19 300 |
|      | Flytgödsel, svin           | 45               | 7,3  | 180 | 7 670 | 0,41 | 13 000 | 140 | 41               | 27 400 |
|      | Fastgödsel, svin           | 62               | 14   | 320 | 6 020 | 0,90 | 12 200 | 200 | 54               | 36 600 |

<sup>1</sup> Andersson (1992) anser att detta värde är en för låg uppskattning.

<sup>2</sup> Data för Pb är hämtad från Andersson (1992), men halten är framräknad med 1 % P-halt i stallgödsel.

högre halterna av Cu och Zn. Man kan även anta att den stallgödsel som Andersson (1990) använde till stor del bestod av fastgödsel från nötkreatur. Om man med ett sådant antagande jämför stallgödsel 1990 med dagens fastgödsel från nötkreatur ser man att även halterna av Cu och Zn är lägre idag. Mängden As i stallgödsel tycks vara betydligt högre idag än 1990. Andersson (1992) tror dock själv att mängden As i stallgödsel var underskattad i beräkningarna för 1990.

### Kalkningsmedel

Halterna av flera spårelement är likartade i den kalk som används idag och den som enligt Andersson (1992) användes kring 1990 (tabell 7 & A25). Denna omständighet tillsammans med att mängden tillförd kalk har minskat medför att tillförseln av flera spårelement via kalk har minskat.

### Atmosfärisk deposition

Depositionen av spårelement är lägre idag än 1990 med undantag för Cr som inte förändrats nämnvärt (tabell 16). Skillnaden i deposition mellan 1990 och idag är störst i södra delarna av landet och lägst i norr. Tillförseln av spårelement via deposition är en osäker post på grund av få direkta mätningar. I de mätningar som finns råder det även stora mellanårsvariationer för en del av spårelementen. I en trendanalys för perioden 1989-1998 konstaterar Kindbom *et al.* (2001) att koncentrationen av As i nederbörden har minskat vid de fyra nederbördsstationer i Sverige där man har mätt atmosfärisk deposition. Koncentrationen av Cd, Ni och Pb uppvisar minskande trender vid några av stationerna. Koncentrationen av spårelement i mossor är ett relativt mått på den totala depositionen. Kindbom *et al.* (2001) redovisar minskande trender för koncentrationen av As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb och Zn i mossor för perioden 1970-1995. IVL (2009) redovisar data från senare provtagningar från både nederbördsstationer och mosskarteringar. Dessa data förstärker bilden av nedåtgående trender för samtliga spårelement. Det råder därmed ingen tvekan om att depositionen minskat påtagligt för majoriteten av spårelement mellan 1990 och idag.

**Tabell 16: Depositionen av spårelement i Sveriges åtta produktionsområden åren 1990 och 2009 beräknad utifrån halten i nederbörd och mossanalyser, g/ha\*år.**

|     | År   | As  | Cd  | Cr  | Cu | Hg   | Mn | Ni  | Pb | Zn |
|-----|------|-----|-----|-----|----|------|----|-----|----|----|
| Gss | 1990 | 3,4 | 1,2 | 1,4 | 22 | 0,20 | 68 | 4,5 | 29 | 87 |
|     | 2009 | 1,1 | 0,5 | 1,4 | 10 | 0,07 | 29 | 2,2 | 12 | 52 |
| Gmb | 1990 | 3,4 | 1,1 | 1,3 | 20 | 0,15 | 68 | 4,3 | 24 | 80 |
|     | 2009 | 0,9 | 0,5 | 1,0 | 8  | 0,06 | 29 | 1,8 | 11 | 48 |
| Gns | 1990 | 2,5 | 0,9 | 1,0 | 25 | 0,15 | 22 | 3,9 | 21 | 71 |
|     | 2009 | 1,0 | 0,3 | 1,3 | 7  | 0,07 | 18 | 2,0 | 9  | 43 |
| Ss  | 1990 | 3,5 | 0,9 | 1,1 | 20 | 0,15 | 28 | 3,0 | 20 | 76 |
|     | 2009 | 1,0 | 0,4 | 1,2 | 8  | 0,05 | 18 | 1,4 | 10 | 45 |
| Gsk | 1990 | 3,4 | 1,0 | 1,1 | 22 | 0,15 | 68 | 4,0 | 23 | 76 |
|     | 2009 | 0,9 | 0,4 | 1,0 | 8  | 0,06 | 29 | 1,9 | 10 | 44 |
| Ssk | 1990 | 2,5 | 0,7 | 1,0 | 23 | 0,07 | 22 | 3,5 | 20 | 70 |
|     | 2009 | 0,9 | 0,3 | 1,1 | 7  | 0,05 | 18 | 1,5 | 8  | 42 |
| Nn  | 1990 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 20 | 0,07 | 30 | 1,9 | 15 | 53 |
|     | 2009 | 0,7 | 0,3 | 1,4 | 6  | 0,05 | 26 | 1,3 | 6  | 37 |
| Nö  | 1990 | 0,7 | 0,5 | 1,7 | 22 | 0,07 | 30 | 1,7 | 13 | 44 |
|     | 2009 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 9  | 0,05 | 26 | 1,8 | 5  | 35 |

## Skörd

För majoriteten av spårelement på växtodlingsgårdar har bortförseln via skörd minskat eller är näst-intill oförändrad. Skälet till minskad bortförsel via skörd är att halterna av spårelement i grödor generellt är lägre idag jämfört med 1990 (tabell 9 & A23). Till viss del uppvägs dessa lägre halter av en större skörd (tabell 10 & A22) och bortförseln blir därmed i vissa fall lika eller till och med något högre än 1990. På båda typerna av djurgårdar syns för flera spårelement en mer påtaglig minskning av bortförseln. Anledningen är att det idag är ett mindre uttag av ströhalv och att femårsmedelvärdena över skördar av vall var mycket högre för 1990 (tabell 10 & A22). Det var mycket goda skördar av vall i slutet av 1980-talet medan skördarna var något lägre än förväntat för perioden 2004-2008.

## Utlakning

I brist på data har samma värden för utlakning av spårelement använts för hela landet för både 1990 och 2009 (tabell 13 & A27). Utlakningen kan också för andra ämnen än Cd, Cu och Zn vara underskattad eftersom data härrör från 1 meters djup i markprofilen. Med anledning av osäkerheten över storleken på utlakningen har alternativa balanser beräknats för 2009 där utlakningen för samtliga spårelement har dubblats.

## Fältbalanser

Nedan redovisas utvalda delar av fältbalanserna i text och tabeller för att på ett övergripande sätt åskådliggöra resultatet. Det är viktigt att vara medveten om att fältbalanserna visar regionala mönster snarare än faktiska värden på detaljnivå. Fullständiga fältbalanser för olika driftsinriktningar för Sveriges produktionsområden redovisas i appendix 1 (2009) och 3 (1990).

## Växtodlingsgårdar utan stallgödseltillförsel

I åkrar på växtodlingsgårdar ökar i dagsläget halterna i matjorden av Hg och Pb medan halterna av Cu och Zn sjunker (tabell 17). Även halterna av Cd sjunker i några produktionsområden men i landet som helhet har det troligen uppnåtts jämvikt mellan tillförsel och bortförsel för majoriteten av växtodlingsgårdar. För As, Cr, Mn och Ni är det i princip jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. Förändringstakten är generellt låg då flödena av spårelement är små. För de flesta spårelement är den genomsnittliga förändringstakten mindre än 2 % på 100 år (tabell 17). Halterna av Cu och Zn förändras dock snabbare, -15 % respektive -6 % på 100 år.

Tabell 17: Tillförsel minus bortförsel (nettokvantiteter) av spårelement från matjorden på växtodlingsgårdar i Sverige år 2009, g/ha\*år, samt genomsnittlig förändringstakt av halten av spårelement i matjorden, %/år.

|                            | As    | Cd                  | Cr    | Cu    | Hg                  | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|----------------------------|-------|---------------------|-------|-------|---------------------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Växtodlingsgård</b>     |       |                     |       |       |                     |        |        |       |        |
| Gss                        | 1,1   | -0,37 <sup>1</sup>  | 2,9   | -48   | -0,016 <sup>1</sup> | 19     | -0,9   | 11    | -100   |
| Gmb                        | 0,7   | 0,00                | 1,7   | -46   | 0,042               | 5      | -1,5   | 11    | -91    |
| Gns                        | 0,8   | -0,08               | 2,5   | -47   | 0,052               | -2     | -1,7   | 9     | -82    |
| Ss                         | 0,7   | -0,05               | 2,2   | -48   | 0,032               | -38    | -3,5   | 10    | -95    |
| Gsk                        | 0,7   | 0,01                | 2,2   | -44   | 0,042               | 9      | -2,0   | 10    | -80    |
| Ssk                        | 0,7   | -0,06               | 2,0   | -48   | 0,032               | 17     | -1,9   | 8     | -76    |
| Nn                         | 0,4   | -0,23               | 1,1   | -54   | 0,021               | -197   | -5,2   | 6     | -78    |
| Nö                         | 0,3   | -0,52 <sup>1</sup>  | 1,9   | -49   | 0,021               | -50    | -5,4   | 5     | -64    |
| Medelvärde                 | 0,7   | -0,07               | 2,0   | -48   | 0,035               | -30    | -2,8   | 9     | -83    |
| Förändringstakt, %/år      | 0,006 | -0,011 <sup>2</sup> | 0,004 | -0,14 | 0,034               | -0,002 | -0,009 | 0,020 | -0,061 |
| Förändring efter 100 år, % | 0,6   | -1,1                | 0,4   | -14   | 3,4                 | -0,2   | -0,9   | 2,0   | -6     |

<sup>1</sup> Värdet avviker och ingår inte i medelvärdet.

<sup>2</sup> Förändringstakter för Cd och Hg i Gss och för Cd i Nö är avvikande och har därför uteslutits vid beräkning av den genomsnittliga förändringstakten för Sverige.

På växtodlingsgårdar i Götalands södra slättbygder minskar halten Hg i matjorden vilket avviker från den generella ökningen i resten av landet. Även halten Cd minskar påtagligt jämfört med resten av landet. Orsaken till att halterna minskar i södra delarna av Sverige är att det sker en stor bortförsel av dessa spårelement via sockerbetor. I många fall återförs emellertid spårelement genom att sockerbetsrester återförs till marken direkt eller via utfodring av djur, vilket det inte tagits hänsyn till i beräkningarna. För att efterlikna att sockerbetsrester återförs till jordbruksmarken kan man i växtföljden byta ut denna gröda mot en annan. Om man i Gss inte har sockerbetor i växtföljden ser man även här en jämvikt för Cd och ökande halter av Hg i matjorden (tabell A1). Även i Övre Norrland ses en påtaglig haltninskning av Cd i matjorden. Detta beror på att de höga Cd-halterna i vall i Jämtlands län slår igenom på hela Nö och bortförseln via skörd blir därmed stor för hela produktionsområdet. Mer troligt är att förändringstakten för Cd på växtodlingsgårdar i Övre Norrland, utanför Jämtlands län, är i samma storleksordning som genomsnittet för övriga landet.

Jämfört med 1990 har nettotillförseln av As, Cr, Hg och Pb minskat (tabell 18). Halterna av Cu och Zn i matjorden på växtodlingsgårdar minskar snabbare idag och den anrikning av Cd som skedde 1990 har övergått till jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. Balanserna för Mn och Ni har inte förändrats särskilt mycket utan det råder fortfarande jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. Man ska dock vara medveten om att för As, Cr, Mn, Ni, Pb och Zn var flöden och förändringstakter låga redan 1990.

**Tabell 18: Tillförsel minus bortförsel (nettokvantiteter) av spårelement från matjorden på växtodlingsgårdar i Sverige åren 1990 och 2009, g/ha\*år.**

|                                     | År   | As  | Cd    | Cr  | Cu  | Hg    | Mn   | Ni   | Pb | Zn   |
|-------------------------------------|------|-----|-------|-----|-----|-------|------|------|----|------|
| <b>Växtodlingsgård <sup>1</sup></b> |      |     |       |     |     |       |      |      |    |      |
| Gss                                 | 1990 | 4,0 | 1,19  | 24  | -47 | 0,20  | 45   | 1,8  | 27 | -102 |
|                                     | 2009 | 1,1 | -0,37 | 3   | -48 | -0,02 | 19   | -0,9 | 11 | -100 |
| Gmb                                 | 1990 | 3,8 | 1,33  | 21  | -37 | 0,15  | -9   | 0,9  | 24 | -52  |
|                                     | 2009 | 0,7 | 0,00  | 1,7 | -46 | 0,04  | 5    | -1,5 | 11 | -91  |
| Gns                                 | 1990 | 2,9 | 1,16  | 20  | -34 | 0,15  | -105 | 0,3  | 21 | -68  |
|                                     | 2009 | 0,8 | -0,08 | 3   | -47 | 0,05  | -2   | -1,7 | 9  | -82  |
| Ss                                  | 1990 | 3,9 | 1,12  | 20  | -37 | 0,15  | -107 | -0,6 | 19 | -55  |
|                                     | 2009 | 0,7 | -0,05 | 2   | -48 | 0,03  | -38  | -3,5 | 10 | -95  |
| Medelvärde                          | 1990 | 3,6 | 1,20  | 21  | -39 | 0,16  | -44  | 0,6  | 23 | -69  |
|                                     | 2009 | 0,8 | -0,13 | 2   | -47 | 0,03  | -4   | -1,9 | 10 | -92  |

<sup>1</sup> Andersson (1992) beräknade inga fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands skogsbygder, Mellersta Sveriges skogsbygder, Nedre Norrland eller Övre Norrland.

Den viktigaste orsaken till skillnader mellan dagens förhållanden och 1990 på växtodlingsgårdar är att depositionen minskat (tabell A1-A8; A29-A32). Då depositionen både idag och 1990 är den största tillförselposten för As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb och Zn på växtodlingsgårdar får en minskning av denna en stor betydelse. Utöver depositionen är det den minskade tillförseln av spårelement via handelsgödsel som har någon större betydelse för skillnader mellan 1990 och dagens situation. Idag har tillförseln via handelsgödsel en underordnad betydelse, utom för Cr och Mn, medan denna tillförsel för 1990 var relativt stor i förhållande till övriga tillförsel- och bortförselposter. Inte minst för Cd har koncentrationsminskningen i handelsgödsel en stor betydelse för skillnaden mellan åren. Om vi idag skulle ha haft 1990 års koncentration av Cd i handelsgödsel skulle halterna i de flesta fall fortfarande öka i matjorden istället för att som nu vara i jämvikt. För Mn har även de lägre kalkgivorna år 2009 en stor betydelse vid jämförelse mellan åren. Orsaken är att halterna av Mn i kalk är mycket höga vilket medför att även små förändringar i kalkgivan får en betydelse för balansen mellan tillförsel och bortför-

sel. Andra poster för tillförsel och bortförsel än de ovan nämnda har liten betydelse för skillnader mellan 1990 och idag.

Tillförseln av spårelement via deposition är en osäker post på grund av få direkta mätningar. För att visa vad som händer om verklig deposition är större eller mindre än vad som antagits har alternativa balanser för 2009 beräknats med en halverad och dubblerad deposition (tabell A1-A8). På växtodlingsgårdar är det balanserna för Cd och Hg som skiljer sig mest åt vad avser halttrender om depositionen är hälften så stor mot vad som ursprungligen antagits. Halterna av Cd minskar i matjorden och för Hg blir det jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. Vid en dubblerad deposition är det också främst Cd och Hg som berörs men även till viss del Zn. På växtodlingsgårdar sker det då en anrikning av Cd medan ackumuleringstakten av Hg höjs märkbart och utarmningen av Zn minskar. För övriga spårelement påverkas utfallet av balansberäkningarna i mindre omfattning när det gäller halttrender om depositionen är hälften eller dubbelt så stor som ursprungligen antagits.

Då det även råder en osäkerhet över storleken på utlakningen har alternativa balanser beräknats för 2009 där utlakningen för samtliga spårelement har dubblerats (tabell A1-A8). Denna ökade utlakning får ingen större inverkan på utfallet av balansberäkningarna när det gäller halttrender. Cd-halterna minskar dock i matjorden och Cu minskar i påtagligt snabbare takt.

### **Gårdar med djurproduktion**

På båda typerna av djurgårdar ökar halterna av As, Cr, Ni och Pb i genomsnitt med upp till ca 2,5 % över en period av 100 år (tabell 19). På slaktsvinsgårdar ligger även haltökningen för Cd och Mn i denna storleksordning. Dessa förändringstakter är små och i praktiken kan man se det som att det är jämvikt mellan tillförsel och bortförsel för flera av dessa spårelement. Förändringstakterna för Cd, Hg och Mn på mjölkgårdar och Hg på slaktsvinsgårdar visar däremot på långsamt ökande halter och en ökad tillförsel av dessa spårelement kan resultera i oönskad ackumulation. Halterna av Cu och Zn förändras i en ännu snabbare takt och över en period av 100 år har de i genomsnitt ökat med 27 % respektive 32 % vid mjölkproduktion och ökat med 36 % vardera vid slaktsvinsproduktion. Detta är en stor förändringstakt som kan leda till problem med för höga halter av Cu och Zn i matjorden.

På gårdar med omfattande djurproduktion är tillförseln av spårelement större än på växtodlingsgårdar eftersom tillförseln via stallgödsel är större än via handelsgödsel. Detta gäller även om man räknar nettotillskott genom att räkna ifrån det som tas ut genom egen odling av fodergrödor. Det är användandet av mineralfoder, fodertillsatser och till gården importerat foder som är orsaken till att halterna av flera spårelement ökar i matjorden på djurgårdar (tabell 19). I detta avseende skiljer sig djurgårdar från växtodlingsgårdar där det enbart är halterna av Hg och Pb som ökar i matjorden (tabell 17). Den mest slående skillnaden är att det är en påtaglig ökning av halterna av Cu och Zn i matjorden vid båda formerna av djurproduktion medan det är en minskning av halterna av dessa ämnen på växtodlingsgårdar.

I Övre Norrland ses en påtaglig haltminskning av Cd i matjorden på mjölkgårdar jämfört med den generella ökningen i övriga produktionsområden (tabell 19). Detta beror på att de höga Cd-halterna i vall i Jämtlands län slår igenom på hela Nö och bortförseln via skörd blir därmed stor för hela produktionsområdet. Om man i beräkningarna istället för att använda schablonvärden hade anpassat Cd-halten i stallgödsel efter fodrets innehåll hade bortförseln via skörd i Nö bättre balanserats av tillförseln via stallgödsel. Troligtvis är förändringstakten för Cd på mjölkgårdar i Övre Norrland som helhet i samma storleksordning som genomsnittet för övriga landet.

På slaktsvinsgårdar i Götalands södra slättbygder tenderar halten Cd i matjorden att minska och det är jämvikt för Hg jämfört mot den anrikning som ses i övriga landet (tabell 19). Orsaken är att det sker en stor bortförsel av dessa spårelement via skörd av sockerbetor. I många fall återförs emellertid spårelement genom att sockerbetsrester återförs till marken direkt eller via utfodring av djur. En del

**Tabell 19: Tillförsel minus bortförsel (nettokvantiteter) av spårelement från matjorden på djurgårdar i Sverige år 2009, g/ha\*år, samt genomsnittlig förändringstakt av halten av spårelement i matjorden, %/år.**

|                            | As    | Cd                 | Cr    | Cu   | Hg    | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|----------------------------|-------|--------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Mjölkgård</b>           |       |                    |       |      |       |       |       |       |      |
| Gss                        | 1,4   | 0,24               | 7,6   | 86   | 0,045 | 562   | 6,5   | 14    | 435  |
| Gmb                        | 1,1   | 0,26               | 7,0   | 88   | 0,034 | 492   | 6,6   | 13    | 452  |
| Gns                        | 1,2   | 0,16               | 7,3   | 84   | 0,044 | 484   | 6,1   | 11    | 432  |
| Ss                         | 1,1   | 0,21               | 7,1   | 89   | 0,034 | 544   | 4,5   | 12    | 445  |
| Gsk                        | 1,1   | 0,24               | 7,2   | 90   | 0,034 | 454   | 6,2   | 12    | 453  |
| Ssk                        | 1,1   | 0,26               | 7,0   | 91   | 0,034 | 613   | 6,9   | 10    | 474  |
| Nn                         | 0,9   | 0,10               | 7,3   | 86   | 0,034 | 500   | 5,1   | 8     | 462  |
| Nö                         | 0,8   | -0,19 <sup>1</sup> | 8,2   | 90   | 0,034 | 631   | 4,6   | 7     | 468  |
| Medelvärde                 | 1,1   | 0,21               | 7,3   | 88   | 0,037 | 535   | 5,8   | 11    | 453  |
| Förändringstakt, %/år      | 0,011 | 0,037 <sup>2</sup> | 0,015 | 0,27 | 0,036 | 0,053 | 0,021 | 0,025 | 0,34 |
| Förändring efter 100 år, % | 1,1   | 3,7                | 1,5   | 27   | 3,6   | 5,3   | 2,1   | 2,5   | 34   |
| <b>Slaktsvinsgård</b>      |       |                    |       |      |       |       |       |       |      |
| Gss                        | 1,9   | -0,12 <sup>1</sup> | 5,0   | 120  | 0,011 | 240   | 1,2   | 12    | 501  |
| Gmb                        | 1,6   | 0,12               | 4,5   | 122  | 0,050 | 235   | 0,8   | 11    | 507  |
| Gns                        | 1,7   | 0,03               | 4,8   | 121  | 0,060 | 202   | 0,2   | 9     | 514  |
| Ss                         | 1,6   | 0,08               | 4,4   | 116  | 0,040 | 193   | -0,1  | 10    | 495  |
| Medelvärde                 | 1,7   | 0,08               | 4,7   | 120  | 0,040 | 218   | 0,6   | 11    | 504  |
| Förändringstakt, %/år      | 0,016 | 0,012 <sup>2</sup> | 0,010 | 0,36 | 0,039 | 0,0   | 0,002 | 0,025 | 0,36 |
| Förändring efter 100 år, % | 1,6   | 1,2                | 1,0   | 36   | 3,9   | 2,2   | 0,2   | 2,5   | 36   |

<sup>1</sup> Värdet avviker och ingår inte i medelvärdet.

<sup>2</sup> Förändringstakter för Cd på mjölkgårdar i Nö och på slaktsvinsgårdar i Gss är avvikande och har därför uteslutits vid beräkning av den genomsnittliga förändringstakten för Sverige.

av detta återflöde ingår därmed indirekt i balanserna för djurgårdar genom tillförseln av stallgödsel. För att ytterligare efterlikna att sockerbetsrester återförs till jordbruksmarken kan man i växtföljden byta ut denna gröda mot en annan. Om man på slaktsvinsgårdar i Gss inte har sockerbetar i växtföljden ser man en tendens till ökande halter av Cd och långsamt ökande halter av Hg i matjorden (tabell A17).

Även om det i beräkningarna har antagits att gårdar med mjölkproduktion hanterar flytgödsel går det inte att bortse ifrån att en betydande andel av dessa har system för fastgödsel. Enligt SCB (2008) är det något vanligare i norra delarna landet där runt 25 % av mjölkgårdarna har fastgödselhantering mot strax under 20 % i södra delarna. Vid slaktsvinsproduktion är det enbart några få procent som har fastgödselhantering medan detta system används för 40 % av alla suggor i landet som helhet. Om istället fastgödsel används vid mjölkproduktion blir tillförseln av Cu till åkermarken hälften så stor jämfört med flytgödsel vilket mycket kraftigt sänker anrikningshastigheten i matjorden (tabell A9-A16). Även för Mn, Ni och Zn minskar tillförseln på ett sätt som märkbart påverkar anrikningen. Då det inte finns några data tillgänglig över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur går det inte att uttala sig om dessa spårelement. Vid slaktsvinsproduktion sänks tillförseln av Cu och Mn vid fastgödselhantering medan tillförseln av övriga spårelement ökar (tabell A17-A20). Detta resulterar i en märkbart sänkt anrikningshastighet för Cu medan en tydlig höjning kan urskiljas för Cd och Zn jämfört med flytgödsel. Varför det i vissa fall är en påtaglig skillnad i halten spårelement i flytgödsel jämfört

med fastgödsel framgår inte av Steinneck *et al.* (2000). Möjligen är det inblandningen av olika strömedel som gör att halterna av spårelement i fastgödsel skiljer sig i jämförelse med flytgödsel.

Även 1990 ökade halterna i matjorden av samtliga spårelement vid djurproduktion (tabell 20). Skillnaden mellan 1990 och idag är att nettotillförseln av As, Cd, Cr, Hg, Ni och Pb har minskat medan nettotillförseln av Cu och Zn har ökat vid båda formerna av djurproduktion. Nettotillförseln av Mn har däremot ökat vid mjölkproduktion medan den minskat vid slaktsvinsproduktion. På djurgårdar är stallgödsel den största tillförselposten för Cr, Cu, Mn, Ni och Zn både kring 1990 och idag. För dessa

**Tabell 20: Tillförsel minus bortförsel (nettokvantiteter) av spårelement från matjorden på djurgårdar åren 1990 och 2009, g/ha\*år.**

|                                       | År   | As  | Cd                 | Cr | Cu  | Hg   | Mn  | Ni   | Pb | Zn  |
|---------------------------------------|------|-----|--------------------|----|-----|------|-----|------|----|-----|
| <b>Mjölkgård <sup>1, 2</sup></b>      |      |     |                    |    |     |      |     |      |    |     |
| Gmb                                   | 1990 | 3,6 | 1,33               | 25 | 26  | 0,31 | 448 | 13,4 | 25 | 308 |
|                                       | 2009 | 1,1 | 0,26               | 7  | 88  | 0,03 | 492 | 6,6  | 13 | 452 |
| Gns                                   | 1990 | 2,6 | 1,16               | 24 | 28  | 0,31 | 349 | 12,7 | 22 | 290 |
|                                       | 2009 | 1,2 | 0,16               | 7  | 84  | 0,04 | 484 | 6,1  | 11 | 432 |
| Ss                                    | 1990 | 3,6 | 1,14               | 24 | 27  | 0,31 | 361 | 12,1 | 21 | 309 |
|                                       | 2009 | 1,1 | 0,21               | 7  | 89  | 0,03 | 544 | 4,5  | 12 | 445 |
| Gsk                                   | 1990 | 3,8 | 1,44               | 25 | 28  | 0,30 | 571 | 13,2 | 23 | 328 |
|                                       | 2009 | 1,1 | 0,24               | 7  | 90  | 0,03 | 454 | 6,2  | 12 | 453 |
| Ssk                                   | 1990 | 2,6 | 1,17               | 23 | 32  | 0,22 | 445 | 12,8 | 21 | 341 |
|                                       | 2009 | 1,1 | 0,26               | 7  | 91  | 0,03 | 613 | 6,9  | 10 | 474 |
| Nn                                    | 1990 | 0,7 | 0,93               | 21 | 36  | 0,23 | 482 | 11,9 | 16 | 352 |
|                                       | 2009 | 0,9 | 0,10               | 7  | 86  | 0,03 | 500 | 5,1  | 8  | 462 |
| Nö                                    | 1990 | 0,7 | 0,91               | 22 | 39  | 0,23 | 514 | 12,0 | 15 | 352 |
|                                       | 2009 | 0,8 | -0,19 <sup>3</sup> | 8  | 90  | 0,03 | 631 | 4,6  | 7  | 468 |
| Medelvärde                            | 1990 | 2,5 | 1,15               | 23 | 31  | 0,27 | 453 | 12,6 | 20 | 326 |
|                                       | 2009 | 1,0 | 0,21               | 7  | 88  | 0,04 | 531 | 5,7  | 10 | 453 |
| <b>Slaktsvinsgård <sup>1, 2</sup></b> |      |     |                    |    |     |      |     |      |    |     |
| Gmb                                   | 1990 | 3,6 | 1,33               | 25 | 26  | 0,31 | 448 | 13,4 | 25 | 308 |
|                                       | 2009 | 1,6 | 0,12               | 4  | 122 | 0,05 | 235 | 0,8  | 11 | 507 |
| Gns                                   | 1990 | 2,6 | 1,16               | 24 | 28  | 0,31 | 349 | 12,7 | 22 | 290 |
|                                       | 2009 | 1,7 | 0,03               | 5  | 121 | 0,06 | 202 | 0,2  | 9  | 514 |
| Ss                                    | 1990 | 3,6 | 1,14               | 24 | 27  | 0,31 | 361 | 12,1 | 21 | 309 |
|                                       | 2009 | 1,6 | 0,08               | 4  | 116 | 0,04 | 193 | -0,1 | 10 | 495 |
| Medelvärde                            | 1990 | 3,3 | 1,21               | 24 | 27  | 0,31 | 386 | 12,7 | 22 | 302 |
|                                       | 2009 | 1,6 | 0,08               | 5  | 120 | 0,05 | 210 | 0,3  | 10 | 505 |

<sup>1</sup> Andersson (1992) beräknade inga fältbalanser för djurgårdar i Götalands södra slättbygder.

<sup>2</sup> Mjolk- och slaktsvinsgårdar för år 2009 jämförs med ospecificerade djurgårdar för år 1990.

<sup>3</sup> Värdet avviker och ingår inte i medelvärdet.



spårelement är det förändringen av halterna i stallgödsel som är den viktigaste orsaken till skillnader i nettotillförsel mellan 1990 och idag. För As, Cd, Hg och Pb är depositionen, både idag och 1990, den största tillförselposten. 1990 var det dock ett större bidrag av Hg från stallgödsel på djurgårdar. Den påtagligt lägre tillförseln av Cr idag beror till stor del på att det i balansberäkningarna för 1990 har antagits att man på gårdar med djurproduktion utöver stallgödsel även tillförde fosfor i form av handelsgödsel. Fosforgödsel innehåller nämligen relativt mycket Cr. Oavsett typ av djurgård har tillförseln av spårelement via kalk inte någon större betydelse för ackumuleringen då denna tillförsel är mycket blygsam i förhållande till den från deposition eller stallgödsel. Detta gäller både för 1990 och dagens situation.

I balansberäkningarna har det antagits att det tillförs 22 kg fosfor per hektar och år på fält tillhörande mjölkgårdar eller slaktsvinsgårdar. Man får dock ackumulering av spårelement på stallgödsad åkermark även vid en betydligt lägre P-giva. På mjölkgårdar ger en flytgödselgiva över 13 kg fosfor per hektar och år en ackumulering av samtliga spårelement i matjorden i alla produktionsområden. I Ssk är motsvarande flytgödselgiva så låg som 8 kg fosfor. På slaktsvinsgårdar råder det jämvikt för Ni i matjorden vid en P-giva på 22 kg per hektar och år. Om man bortser från Ni ger en flytgödselgiva mer än 17 kg fosfor ökande halter av övriga spårelement. I Gmb är den kritiska P-givan 6 kg per hektar och år för att halterna av övriga åtta spårelement ska öka i matjorden. De utförda balansberäkningarna baserade på en P-giva på 22 kg per hektar och år visar därför rätt halttrender även om förändringstakten i vissa fall kan vara något för hög.

Vilket även nämnts i anslutning till fältbalanserna för växtodlingsgårdar är tillförseln av spårelement via deposition en osäker post på grund av få direkta mätningar. För att även visa vad som händer på djurgårdar om verklig deposition är större eller mindre än vad som antagits har alternativa balanser för 2009 beräknats med en halverad och dubblerad deposition vid mjölkproduktion (tabell A9-A16) och slaktsvinsproduktion (tabell A17-A20). På djurgårdar är det balanserna för Cd och Hg som skiljer sig mest åt vad avser halttrender om depositionen är hälften så stor mot vad som ursprungligen antagits. På mjölkgårdar går Cd från anrikning till jämvikt och för Hg blir det balans mellan tillförsel och bortförsel på båda typerna av djurgårdar. Vid en dubblerad deposition är det också främst Cd och Hg som berörs. På båda typerna av djurgårdar syns detta genom en påtaglig ökning av ackumulerings-takten för dessa spårelement. För övriga spårelement påverkas utfallet av balansberäkningarna i mindre omfattning när det gäller halttrender om depositionen är hälften eller dubbelt så stor som ursprungligen antagits.

Även osäkerheten över storleken på utlakningen nämns i anslutning till fältbalanserna för växtodlingsgårdar. Utlakningen för samtliga spårelement har dubblerats vid både mjölkproduktion (tabell A9-A16) och slaktsvinsproduktion (tabell A17-A20). En dubblerad utlakning får ingen större inverkan på utfallet av balansberäkningarna när det gäller halttrender. På mjölkgårdar övergår dock Cd från anrikning till jämvikt och på slaktsvinsgårdar från jämvikt till minskande halter. På båda typerna av djurgårdar blir det även en påtagligt lägre ackumuleringstakt för Cu.

## Sammanfattande diskussion

I redovisningen ovan har den årliga procentuella förändringen av halten spårelement i matjorden multiplicerats med 100 för att få en bättre uppfattning av storleksordningar. På detta sätt får man en ungefärlig uppskattning av den procentuella förändringen efter 100 år. Vid mer avancerad modellering ska hänsyn tas till att mängden spårelement i marken ökar eller minskar för varje år vilket i sin tur med tiden påverkar flöden som är kopplade till markhalterna. Osäkerheten i uppskattningen av procentuell förändring efter 100 år dock liten i förhållande till övriga beräkningssteg i balansberäkningarna eftersom flödena av spårelement är små relaterat till den totala mängden i åkermarken.

Att ange årlig förändring i procent gör det lättare att jämföra spårelement och se relativa skillnader mellan olika produktionsområden och driftsinriktningar. En svaghet med denna metod är att vid samma nettotillförsel får oförorenad mark en stor årlig förändring medan en förorenad mark får en liten. Det upplevs därmed som att haltökningen i den oförorenade marken är mer riskabel medan samma nettotillförsel till den förorenade marken utan större problem kan fortgå under lång tid. I realiteten kan det dock vara tvärtom. Halten spårelement i en förorenad mark kan ha nått kritiska nivåer vilket medför att en mycket liten ackumulering kan ge skador på djur- och växtliv. Hur stor risk en bestämd nettotillförsel medför beror på markens halter och dess förmåga att binda spårelement och göra dem svårtillgängliga för organismer.

Generellt kan man säga att sedan 1990 har oavsett driftsinriktning ackumuleringen i matjorden av As, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni och Pb sjunkit till låga nivåer och i vissa fall är det i princip jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. För majoriteten av spårelement är det framför allt den minskade depositionen som är avgörande för denna trend till minskad nettotillförsel. Trots en påtaglig minskning är dock depositionen fortfarande den största tillförselposten för majoriteten av spårelement på växtodlingsgårdar och en stor tillförselpost på djurgårdar. För att ytterligare minska tillskottet av skadliga spårelement är det därför angeläget att ytterligare reducera depositionen. För Cd på växtodlingsgårdar har även den minskade halten i fosforgödselmedel haft en avgörande betydelse för att det numera är jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. Redan 1990 var dock, oavsett driftsinriktning, ackumuleringen av As, Cr, Ni, Mn och Pb liten. Detta visar att åtgärder för att minska utsläppen har haft en positiv effekt. Sedan 1970-talet har utsläppen från industrin och övriga samhället minskat till följd av aktiva åtgärder såsom rökgasrening och införande av blyfri bensin.

Eftersom det är en låg förändringstakt för As, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni och Pb kommer det att ske mycket små förändringar av halterna i matjorden under kommande 100-års period förutsatt att det inte sker några större förändringar i förhållandet mellan tillförsel och bortförsel. Framöver kommer troligen depositionen att minska ytterligare och skördarna kan förväntas att öka något, med en ökad bortförsel som följd. Till viss del kan detta komma att kompensera för en eventuell ökad tillförsel av spårelement via gödselmedel och kalk. Att haltförändringen av spårelement i matjorden är liten bekräftas av markkarteringarna utförda av Eriksson *et al.* (1997) (omdrev 1) och Eriksson *et al.* (2010) (omdrev 2). I de flesta fall är haltskillnaderna mellan omdreven små. Vid jämförelse mellan delprovtagningar inom omdreven ser man haltskillnader som för en del spårelement är större än dem mellan omdreven. Det finns emellertid ingen tydlig stigande eller sjunkande trend i delprovtagningarna vilket medför att man i nuläget inte kan dra några slutsatser av detta (Eriksson *et al.*, 2010).

Trots denna trend till minskad nettotillförsel tenderar halterna av Hg och Pb att öka på växtodlingsgårdar med drygt 3 % respektive 2 % under kommande 100-års period. Anrikningen är dock inte alarmerande, dels för att förändringstakten är låg och dels för att Hg och Pb i mycket liten omfattning tas upp i grödor då de binds hårt i marken. Cd är däremot mer mobilt i marken och tas lättare upp av grödor och förs vidare till djur och människor genom födan. Det är därför positivt att det numera är jämvikt mellan tillförsel och bortförsel på växtodlingsgårdar. Eftersom vi troligen får i oss mer Cd via födan än vi borde (Eriksson, 2009) är det dock önskvärt med ytterligare reduktion av tillförseln som på sikt leder till en sänkning av Cd-halterna i åkermarken. På djurgårdar ökar halterna av Cd, Hg och Pb i matjorden. I likhet med växtodlingsgårdar är dock förändringstakten låg och halterna ökar inte med mer än 4 % under kommande 100-års period. Oroväckande är ändå ackumuleringen av Cd som sker på mjölkgårdar. I dagsläget är detta ett mindre problem eftersom djurgårdar i liten omfattning odlar matgrödor och för att Cd till största del, liksom hos människan, lagras i njurar och lever medan halten i kött och mjölk är låg. Det är först vid ändrad driftsinriktning, när matgrödor börjar odlas på jordbruksmark som stallgödsel under längre tid, som det kan uppstå problem med höga Cd-halter i livsmedel om upplagringen i marken varit stor. Med de stora omstruktureringar som tidigare skett och fortfarande pågår i jordbruket är det troligt att arealer som tillhört djurgårdar numera brukas av växtodlingsgårdar.

Den påtagligt ökade ackumuleringen av Cu och Zn i matjorden på båda typerna av djurgårdar och den märkbara minskningen av halterna på växtodlingsgårdar kan på lång sikt leda till problem om det tillåts fortsätta. Troligen kommer den koncentration av djurproduktionen som vi hittills har sett att fortsätta. Detta medför att allt större kvantiteter stallgödsel kommer att produceras på allt färre gårdar vilket medför risk för överbelastning av spårelement på djurgårdarnas egna fält. Om inte större djurgårdar redan är uppe i de högsta lagliga P-givorna på marker med hög P-AL-klass, 22 kg per hektar och år, så är det troligt att denna övre gräns mycket snabbt uppnås med ökande djurtäthet. Stora djurgårdar har ofta redan idag inte tillräckligt stora egna arealer för att täcka foderbehov eller för att sprida egenproducerad stallgödsel utan att inte överskrida den övre lagliga gränsen för tillförd fosfor. Djurgårdar måste därför importera fodergrödor och exportera stallgödsel till närliggande växtodlingsgårdar. När en del av P-givan på växtodlingsgårdar tillförs som stallgödsel minskar utarmningen av både Cu och Zn medan belastningen på djurgårdens fält inte ökar. Ett problem som uppstår vid export av stallgödsel är att halterna av flera spårelement riskerar att öka i matjorden även på växtodlingsgårdar där det tidigare var jämvikt mellan tillförsel och bortförsel. För att minska överbelastningen på egna och närliggande växtodlingsgårdars fält vore det därför önskvärt att djurgårdar i största möjliga utsträckning minimerar användningen av mineralfoder och långväga transporterat foder, såsom soja, till förmån för en större användning av närproducerat foder från fält som stallgödslas. På detta sätt får man ett lokalt kretslopp där en större andel av spårelementen i stallgödseln har sitt ursprung från grödor odlade på jordbruksmark i närheten av djurgården.

I dagens högeffektiva djurproduktion kan det dock vara svårt att minska på användningen av mineralfoder utan att det uppstår bristsymptom hos djuren. Payne *et al.* (1988) visade visserligen att upp till 95 % av den Cu som ges till grisar genom fodret hamnar i stallgödseln utan att ha absorberats i magtarmkanalen. Detta betyder dock inte nödvändigtvis att Cu-halterna i grisfoder allmänt är omotiverat höga. Fodret måste ha höga Cu-halter relaterat till näringsbehovet för att grisar ska kunna tillgodogöra sig tillräckliga mängder. Jondreville *et al.* (2003) visar att den årliga ackumuleringen av Cu och Zn i matjorden på stallgödslade gårdar kan reduceras med 35 % om halten i slaktsvinsfoder minskas från 100 till 20 mg per kg foder för Cu respektive från 250 till 100 mg per kg foder för Zn. I Sverige är dock halterna troligen redan nere i dessa nivåer. I foder till slaktsvin tillsätter Lantmännen 15 mg Cu och 75 mg Zn per kg foder (Sigfridson, pers. medd. 2010). Även de höga halterna av Cu och Zn i stallgödsel från nötkreatur orsakas till viss del av fodertillsatser men ett stort bidrag kommer även från desinfektionsmedel innehållandes koppar- eller zinksulfat (Brock *et al.*, 2006). I system med lösdrift för mjölkkor är användningen av desinfektionsmedel för att motverka klövhälsa mer vanligt förekommande än i andra driftsformer. Användningen av desinfektionsmedel på mjölkgårdar kommer därmed sannolikt att öka i Sverige då lösdrift blir allt vanligare för mjölkkor (Bergsten, pers. medd. 2010). Därmed kommer halterna av Cu och Zn i stallgödsel troligen ligga kvar på höga nivåer tills man tagit fram mer lättillgängliga former av Cu och Zn till grisfoder och utvecklat desinfektionsmedel utan dessa spårelement. Halterna av framför allt Zn i stallgödsel skulle även kunna bli något lägre vid en minskad korrosion av byggnadsmaterial i djurstallarna. Det är främst stålkonstruktioner, men även armerad betong, som bättre måste kunna motstå denna korrosiva miljö som ett djurstall utgör.

En annan viktig aspekt för att begränsa upptaget av spårelement i grödor är att bibehålla markens pH-värde på en stabil nivå. Eftersom kalkanvändningen i Sverige för närvarande är låg, och har varit så under flera år, finns det en risk för att jordbruksmarkens kalktillstånd försämras med sänkt pH-värde som följd. Även om ackumuleringen i matjorden av de flesta spårelement är liten, så finns det en risk att grödornas upptag ökar vid fortsatt begränsad kalkanvändning eftersom många spårelement, i synnerhet Cd och Zn, blir mer mobila vid ett lägre pH. För att motverka fortsatt ackumulering av spårelement i matjorden kan därför regelbunden markkartering, som visar växtnärlägg- och kalktillstånd, bli ett allt viktigare hjälpmedel. Eftersom man med hjälp av dessa analyser lättare kan gödsla och kalka optimalt minskar risken för att spårelement tillförs med för stora gödselgivor eller att mobiliteten, och därmed växttillgängligheten, ökar på grund av sjunkande pH.

Vilket även nämnts tidigare så är det viktigt att vara medveten om att fältbalanserna visar regionala mönster snarare än faktiska värden på detaljnivå. En annan viktig aspekt är att fältbalanserna visar dagens situation. Fältbalanserna går att extrapolera över tid men resultatet blir mer osäkert med ökande tidsintervall, då alla poster av tillförsel och bortförsel riskerar att skilja sig jämfört med dagens situation. Även ändringar i markens förråd i sig kan ändra en del av flödena, till exempel utlakning och upptag i grödor. Det är därför av stort intresse att det även i framtiden utförs fältbalansberäkningar, så att trender av tillförsel och bortförsel kan analyseras på ett tillförlitligt sätt. Det vore även intressant att komplettera framtida beräkningar med dynamisk modellering där flöden ändras när storleken på markens förråd ändras.

## **Erkännande**

Ett stort tack till min handledare Jan Eriksson som i flera omgångar läst olika versioner av mina manus och som bidragit med underlag och värdefulla synpunkter. Jag vill även tacka övriga personer som bidragit med viktiga underlag. Slutligen vill jag även tacka min fru, Camilla Knutson, för korrekturläsning av mina manus och ovärderligt stöd.

## Referenser

- Adriano, D.C., Wenzel, W.W., Vangronsveld, J. & Bolan, N.S. 2004. Role of assisted natural remediation in environmental cleanup. *Geoderma* 122, 121-142.
- Agriwise. 2010. [www.agriwise.org](http://www.agriwise.org). 2010-01-22.
- Andersson, A. 1977. Tungmetaller i handelsgödsel, stallgödsel och kalk. Kadmiumbudget för åkermarken. Lantbrukshögskolans meddelanden A Nr 283, Uppsala.
- Andersson, A. 1992. Trace elements in agricultural soils - fluxes, balances and background values. Swedish Environmental Protection Agency, Report 4077.
- Andersson, A., Gustafson, A. & Torstensson, G. 1988. Utlakning av spårelement från odlad jord. *Eko-hydrologi* 26, Avdelning för Vattenvårdslära, SLU, Uppsala, 13-22.
- Albertsson, B. 2008. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2009. Statens jordbruksverk. Jordbruksinformation 26-2008.
- Bengtsson, H., Alvenäs, G., Nilsson, S.I., Hultman, B. & Öborn, I. 2006. Cadmium, copper and zinc leaching and surface run-off losses at the Öjebyn farm in Northern Sweden – Temporal and spatial variation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113, 120-138.
- Berg, T., Hjellbrekke, A., Rühling, Å., Steinnes, E., Kubin, E., Larsen, M.M. & Piispanen, J. 2003. Absolute deposition maps of heavy metals for the Nordic countries based on moss surveys. Nordic Council of Ministers, Copenhagen (TEMA NORD 2003:505).
- Brandt, M., Jutman, T. & Alexandersson, H. 1994. Sveriges vattenbalans, Årsmedelvärden 1961-90 av nederbörd, avdunstning och avrinning. SMHI rapport nr 49.
- Brock, E.H., Ketterings, Q.M. & McBride, M. 2006. Copper and zinc accumulation in poultry and dairy manure-amended fields. *Soil Science* 171, 388-399.
- Broos, K., Mertens, J. & Smolders, E. 2005. Toxicity of heavy metals in soil assessed with various soil microbial and plant growth assays: A comparative study. *Environ Toxicol Chem* 24, 634-640.
- Eckel, H., Roth, U., Döhler, H., Nicholson, F. & Unwin, R. (editors) 2005. Assessment and reduction of heavy metal input into agro-ecosystems. KTBL-Schrift 432. Darmstadt.
- Eriksson, J. 2001. Halter av 61 spårelement i avloppsslam, stallgödsel, handelsgödsel, nederbörd samt i jord och gröda. Naturvårdsverket, rapport 5148.
- Eriksson, J. 2009. Strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark-livsmedel-människa. SLU, rapport MAT 21 nr 1/2009.
- Eriksson, J., Andersson, A. & Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket, rapport 4778.
- Eriksson, J., Mattsson, L. & Söderström, M. 2010. Tillståndet i svensk åkermark och gröda, data från 2001-2007. Naturvårdsverket, rapport 6349.
- Eriksson, J., Nilsson, I. & Simonsson, M. 2005. *Wiklanders marklära*. Lund: Studentlitteratur.
- Eisler, R. 2000. *Handbook of Chemical Risk Assessment: Health Hazards to Humans, Plants, and Animal*. Florida: CRC PRESS.

Giller, K.E., Witter, E. & McGrath, S.P. 1998. Toxicity of heavy metals to microorganism and microbial processes in agricultural soils: A review. *Soil Biol Biochem* 30, 1389-1414.

Giller, K.E., Witter, E. & McGrath, S.P. 1999. Assessing risks of heavy metals toxicity in agricultural soil: Do microbes matter? *Human and Ecological Risk Assessment* 5, 683-689.

Giller, K.E., Witter, E. & McGrath, S.P. 2009. Heavy metals and soil microbes. *Soil Biology & Biochemistry* 41, 2031-2037.

Gupta, U.C. & Gupta, S.C. 1998. Trace element toxicity relationship to crop production and livestock and human health: implications for management. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 29, 1491-1522.

IVL. 2009.

<http://www.ivl.se/vanstermeny/miljodatadatavardskap/datavardskapluft.4.360a0d56117c51a2d30800064417.html>. 2009-10-05.

Jondreville, C., Revy, P.S. & Dourmad, J.Y. 2003. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. *Livestock Production Science* 84, 147-156.

Kabata-Pendias, A. 2004. Soil-plant transfer of trace elements - an environmental issue. *Geoderma* 122, 143-149.

Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. 2001. *Trace elements in soils and plants*. Florida: CRC PRESS.

Kindbom, K., Svensson, A., Sjöberg, K. & Pihl Karlsson, G. 2001. Trends in air concentration and deposition at background monitoring sites in Sweden. IVL Report B1429.

Kirchmann, H., Mattsson, L & Eriksson, J. 2009. Trace element concentration in wheat grain: results from the Swedish long-term soil fertility experiments and national monitoring program. *Environ Geochem Health* 31, 561-571.

Landquist, B. Senior Specialist Sustainability Intelligence, Nordic Sugar. *Upptagning av vissa metaller, främst kadmium, i sockerbeter*. Opublicerad rapport 1994.

Nordkalk AB. 2008a. Nordkalk Bas - Krossad kalksten 0-2 mm från Orsa. Produktdatablad.

Nordkalk AB. 2008b. Nordkalk Bas - Krossad kalksten 0-2 mm från Storugns, Gotland. Produktdatablad.

Nordkalk. 2008c. Nordkalk Bas - Krossad kalksten 0-2 mm från Uddagården. Produktdatablad.

Nordkalk AB. 2008d. Nordkalk Bas - Krossad kalksten 0-3 mm från Ignaberga. Produktdatablad.

Notter, M. (red.) 1993. Metallerna och miljön. Naturvårdsverket, rapport 4135.

Payne, G.G., Martens, D.C., Kornegay, E.T. & Linedmann, M.D. 1988. Availability and form of copper in three soils following eight annual applications of copper-enriched swine manure. *J. Environ. Qual.* 17, 715-718.

Proposition 2009/10:155. Svenska miljömål – för ett effektivare miljöarbete. Stockholm: Regeringskansliet.

Puustinen, M., Tattari, S., Koskiaho, J. and Linjama, J. 2007. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas in Finland. *Soil & Tillage* 93, 44-55.

Rühling, Å. 1994. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe – estimation based on moss analysis. Nordic Council of Ministers, Copenhagen (NORD 1994:9).

SCB. 1991. Försäljning av kalk för jord- och trädgårdsbruk samt för kalkning av sjöar och vattendrag under 1990. Statistiska meddelanden Na 32 SM 9101.

SCB. 2002. Försäljning av mineralgödsel för jord- och trädgårdsbruk under 2000/01. Statistiska meddelanden MI 30 SM 0201.

SCB. 2002. Försäljning av kalk för jord- och trädgårdsbruk, sjöar, vattendrag och skog 2001. Statistiska meddelanden MI 30 SM 0203.

SCB. 2008. Gödselmedel i jordbruket 2006/07 – Mineral- och stallgödsel till olika grödor samt hantering och lagring av stallgödsel. Statistiska meddelanden MI 30 SM 0803.

SCB. 2009a. Försäljning av kalk för jord- och trädgårdsbruk, sjöar, vattendrag och skog 2008. Statistiska meddelanden MI 30 SM 0903.

SCB. 2009b. Försäljning av mineralgödsel för jord- och trädgårdsbruk under 2007/08. Statistiska meddelanden MI 30 SM 0902.

SCB. 2009c. Normskördar för skördeområden, län och riket 2009. Statistiska meddelanden JO 15 SM 0901.

SCB. 2009d.

<http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/Visavar.asp?yp=tansss&xu=C9233001&huvudtabell=SkordarL&deltabell=01&deltabellnamn=Sk%F6rdar+efter+l%E4n+och+gr%F6da%2E+%C5r&omradekod=JO&omrade-text=Jord%2D+och+skogsbruk%2C+fiske&preskat=O&innehall=HektarSkord&starttid=1965&stopptid=2009&Prodid=JO0601&fromSok=&Fromwhere=S&lang=1&langdb=1>. 2009-10-17.

SJV. 1987. Jordbruksstatistisk årsbok 1987

SJV. 1988. Jordbruksstatistisk årsbok 1988

SJV. 1989. Jordbruksstatistisk årsbok 1989

SJV. 1990. Jordbruksstatistisk årsbok 1990

SJV. 1991. Jordbruksstatistisk årsbok 1991

SJV. 2008. Försäljning av mineralgödsel 2006/07. Statistikrapport 2008:4.

SJV. 2009. Jordbruksstatistisk årsbok 2009 – med data om livsmedel.

SJVFS. 2010. Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverk föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. Statens jordbruksverks författningssamling, SJVFS 2010:55.

SNFS. 1994. Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Statens naturvårdsverks författningssamling, SNFS 1994:2, MS 72.



SNFS. 1998. Statens naturvårdsverks föreskrifter om ändring i kungörelsen (SNFS 1994:2) med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Statens naturvårdsverks författningssamling, SNFS 1998:4.

Steinneck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M. & Bergström, J. 2000. Plant nutrients and trace elements in livestock wastes in Sweden. Stockholm: Naturvårdsverkets förlag. Report 5111.

Svensson, A. 2003. Nedfall av tungmetaller och kvicksilver – resultat från mätningar vid Mjölsta i Stockholms län åren 1993-2001. Länsstyrelsen i Stockholms län, rapport 2003:11.

Tyler, G. 1992. Critical concentrations of heavy metals in the mor horizon of Swedish forests. Swedish Environmental Protection Agency, report 4078.

Ulén, B. 1988. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. Ekohydrologi 26, Avdelning för Vattenvårdslära, SLU, Uppsala, 23-28.

Ulén, B. 2004. Typkoncentrationer av vissa metaller från jordbruksmark. Teknisk rapport 88, Avdelning för Vattenvårdslära, SLU, Uppsala. Ingår som Appendix 2 i SMED-SLU uppskattning av utsläpp för Cd, Hg, Cu och Zn på TRK-områden Slutrapport januari 2005.

Witter, E. 1992. Heavy metal concentrations in agricultural soils critical to microorganisms. Swedish Environmental Protection Agency, report 4079.

## **Personliga meddelanden**

Bergsten, C. Forskningsledare, Inst. för husdjurens miljö och hälsa, SLU. E-postmeddelande 2010-10-05.

Eriksson, J. Docent, Inst. för mark och miljö, SLU. Personliga samtal under 2010.

Frostgård, G. Forskning, utveckling och miljö, Yara. E-postmeddelanden 2010-01-20 & 2010-03-19.

Grönvall, M. Nordkalk AB. E-postmeddelande 2009-07-01.

Høøk Presto, M. Postdoktor, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU. E-postmeddelande 2010-01-21.

Pihl Karlsson, G. IVL, Svenska Miljöinstitutet. E-postmeddelande 2010-01-07.

Sigfridson, K. Produktutvecklare, Division Foder, Lantmännen Lantbruk. E-postmeddelande 2010-12-02.

Spörndly, R. Forskningsledare, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU. E-postmeddelande 2010-01-21.

Wängberg, I. IVL, Svenska Miljöinstitutet. E-postmeddelande 2011-01-24.

## Appendix 1

**Tabell A21: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands södra slättbygder (Gss) år 2009, g/ha\*år.**

|  | As    | Cd     | Cr    | Cu    | Hg     | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|--|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>  |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Handelsgödsel  | 0,14  | 0,036  | 1,77  | 0,43  | 0,0016 | 84,9   | 1,15   | 0,21  | 4,81   |
| Kalk   | 0,4   | 0,04   | 0,7   | 0,8   | 0,002  | 119    | 1,1    | 0,7   | 1,7    |
| Deposition   | 1,1   | 0,5    | 1,4   | 10    | 0,07   | 29     | 2,2    | 12    | 52     |
| Totalt   | 1,64  | 0,58   | 3,87  | 11,2  | 0,074  | 233    | 4,45   | 12,9  | 58,5   |
| <b>Bortförsel</b>  |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Skörd  | 0,11  | 0,65   | 0,29  | 18,8  | 0,08   | 175    | 1,45   | 1,36  | 142    |
| Utlakning  | 0,48  | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01   | 39     | 3,9    | 0,5   | 17     |
| Totalt   | 0,59  | 0,95   | 0,99  | 58,8  | 0,09   | 214    | 5,35   | 1,86  | 159    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                           | 1,05  | -0,37  | 2,88  | -47,6 | -0,016 | 19     | -0,90  | 11,1  | -100   |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b>            |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
|  | 0,011 | -0,060 | 0,007 | -0,18 | -0,016 | 0,002  | -0,004 | 0,026 | -0,082 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                               |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 0,56  | -0,67  | 2,20  | -87,6 | -0,029 | -20    | -4,77  | 10,6  | -117   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år                   | 0,006 | -0,11  | 0,005 | -0,34 | -0,029 | -0,003 | -0,019 | 0,025 | -0,096 |
| <b>Halverad deposition</b>                               |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 0,49  | -0,62  | 2,20  | -52,6 | -0,054 | 4      | -1,97  | 5,08  | -126   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år                   | 0,005 | -0,10  | 0,005 | -0,20 | -0,054 | 0,000  | -0,008 | 0,012 | -0,10  |
| <b>Dubblerad deposition</b>                              |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 2,14  | 0,13   | 4,30  | -37,6 | 0,051  | 48     | 1,33   | 23,1  | -48,4  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år                   | 0,022 | 0,020  | 0,010 | -0,14 | 0,051  | 0,006  | 0,005  | 0,054 | -0,039 |
| <b>Växtföljd med höstvetete istället för sockerbetor</b> |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 1,06  | 0,01   | 2,61  | -46,4 | 0,052  | 49     | -0,49  | 12,1  | -91    |
| Förändring av halten i matjorden, %/år                   | 0,011 | 0,002  | 0,006 | -0,18 | 0,052  | 0,006  | -0,002 | 0,028 | -0,075 |

**Tabell A22: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands mellanbygder (Gmb) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As           | Cd           | Cr           | Cu           | Hg           | Mn           | Ni            | Pb           | Zn            |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Handelsgödsel                                     | 0,08         | 0,021        | 1,06         | 0,26         | 0,0009       | 50,7         | 0,69          | 0,13         | 2,87          |
| Kalk  | 0,2          | 0,02         | 0,4          | 0,5          | 0,001        | 66           | 0,6           | 0,4          | 1,0           |
| Deposition  | 0,9          | 0,5          | 1,0          | 8            | 0,06         | 29           | 1,8           | 11           | 48            |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>1,18</b>  | <b>0,54</b>  | <b>2,46</b>  | <b>8,76</b>  | <b>0,062</b> | <b>146</b>   | <b>3,09</b>   | <b>11,5</b>  | <b>51,9</b>   |
| <b>Bortförsel</b>                                 |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Skörd   | 0,05         | 0,24         | 0,10         | 15,0         | 0,01         | 102          | 0,71          | 0,26         | 126           |
| Utlakning   | 0,48         | 0,3          | 0,7          | 40           | 0,01         | 39           | 3,9           | 0,5          | 17            |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,53</b>  | <b>0,54</b>  | <b>0,80</b>  | <b>55,0</b>  | <b>0,02</b>  | <b>141</b>   | <b>4,61</b>   | <b>0,76</b>  | <b>143</b>    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>0,65</b>  | <b>0,00</b>  | <b>1,66</b>  | <b>-46,2</b> | <b>0,042</b> | <b>5</b>     | <b>-1,52</b>  | <b>10,8</b>  | <b>-91,1</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,006</b> | <b>0,000</b> | <b>0,005</b> | <b>-0,16</b> | <b>0,043</b> | <b>0,001</b> | <b>-0,006</b> | <b>0,027</b> | <b>-0,075</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,18         | -0,30        | 0,95         | -86,3        | 0,033        | -34          | -5,42         | 10,3         | -108          |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,002        | -0,041       | 0,003        | -0,31        | 0,034        | -0,004       | -0,023        | 0,026        | -0,089        |
| <b>Halverad deposition</b>                        |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,21         | -0,25        | 1,15         | -50,3        | 0,013        | -10          | -2,42         | 5,3          | -115          |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,002        | -0,034       | 0,004        | -0,18        | 0,013        | -0,001       | -0,010        | 0,013        | -0,094        |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,56         | 0,50         | 2,65         | -38,3        | 0,103        | 34           | 0,28          | 21,8         | -43,0         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,015        | 0,070        | 0,008        | -0,14        | 0,11         | 0,004        | 0,001         | 0,054        | -0,035        |

**Tabell A23: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands norra slättbygder (Gns) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd     | Cr    | Cu    | Hg     | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|---|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>                             |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Handelsgödsel                                 | 0,13  | 0,033  | 1,63  | 0,40  | 0,0014 | 78,1   | 1,06   | 0,19  | 4,42   |
| Kalk  | 0,2   | 0,02   | 0,4   | 0,5   | 0,001  | 66     | 0,6    | 0,4   | 1,0    |
| Deposition                                    | 1,0   | 0,3    | 1,3   | 7     | 0,07   | 18     | 2,0    | 9     | 43     |
| Totalt  | 1,33  | 0,35   | 3,33  | 7,9   | 0,072  | 162    | 3,66   | 9,59  | 48,4   |
| <b>Bortförsel</b>                             |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Skörd   | 0,04  | 0,13   | 0,12  | 15,1  | 0,01   | 125    | 1,43   | 0,22  | 113    |
| Utlakning                                     | 0,48  | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01   | 39     | 3,9    | 0,5   | 17     |
| Totalt  | 0,52  | 0,43   | 0,82  | 55,1  | 0,02   | 164    | 5,33   | 0,72  | 130    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 0,81  | -0,08  | 2,51  | -47,2 | 0,052  | -2     | -1,67  | 8,87  | -81,6  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
|   | 0,006 | -0,015 | 0,005 | -0,13 | 0,051  | 0,000  | -0,005 | 0,022 | -0,056 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,33  | -0,37  | 1,81  | -87,3 | 0,042  | -41    | -5,57  | 8,37  | -99,0  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,003 | -0,072 | 0,003 | -0,25 | 0,040  | -0,003 | -0,017 | 0,021 | -0,068 |
| <b>Halverad deposition</b>                    |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,31  | -0,22  | 1,86  | -50,8 | 0,017  | -11    | -2,67  | 4,37  | -103   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,002 | -0,043 | 0,003 | -0,14 | 0,016  | -0,001 | -0,008 | 0,011 | -0,072 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 1,81  | 0,23   | 3,81  | -40,3 | 0,122  | 16     | 0,33   | 17,9  | -39,0  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,014 | 0,044  | 0,007 | -0,11 | 0,12   | 0,001  | 0,001  | 0,045 | -0,027 |

**Tabell A24: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Svealands slättbygder (Ss) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd     | Cr    | Cu     | Hg     | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|---|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>                             |       |        |       |        |        |        |        |       |        |
| Handelsgödsel                                 | 0,12  | 0,032  | 1,57  | 0,39   | 0,0014 | 75,4   | 1,02   | 0,19  | 4,26   |
| Kalk  | 0,1   | 0,01   | 0,2   | 0,2    | 0,001  | 33     | 0,3    | 0,2   | 0,5    |
| Deposition                                    | 1,0   | 0,4    | 1,2   | 8      | 0,05   | 18     | 1,4    | 10    | 45     |
| Totalt  | 1,22  | 0,44   | 2,97  | 8,59   | 0,052  | 126    | 2,72   | 10,4  | 49,8   |
| <b>Bortförsel</b>                             |       |        |       |        |        |        |        |       |        |
| Skörd   | 0,04  | 0,19   | 0,10  | 17,0   | 0,01   | 125    | 2,36   | 0,23  | 128    |
| Utlakning                                     | 0,48  | 0,3    | 0,7   | 40     | 0,01   | 39     | 3,9    | 0,5   | 17     |
| Totalt  | 0,52  | 0,49   | 0,80  | 57,0   | 0,02   | 164    | 6,26   | 0,73  | 145    |
| <b>Tillförsel – Bortförsel</b>                | 0,70  | -0,05  | 2,17  | -48,4  | 0,032  | -38    | -3,54  | 9,66  | -95,2  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |       |        |       |        |        |        |        |       |        |
|   | 0,006 | -0,007 | 0,002 | -0,082 | 0,029  | -0,003 | -0,007 | 0,016 | -0,047 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |       |        |       |        |        |        |        |       |        |
| Tillförsel – Bortförsel                       | 0,22  | -0,34  | 1,47  | -88,4  | 0,022  | -77    | -7,44  | 9,16  | -112   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,002 | -0,050 | 0,002 | -0,15  | 0,020  | -0,007 | -0,015 | 0,015 | -0,055 |
| <b>Halverad deposition</b>                    |       |        |       |        |        |        |        |       |        |
| Tillförsel – Bortförsel                       | 0,20  | -0,24  | 1,57  | -52,4  | 0,007  | -47    | -4,24  | 4,66  | -118   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,002 | -0,036 | 0,002 | -0,089 | 0,006  | -0,004 | -0,009 | 0,008 | -0,058 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |       |        |       |        |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 1,70  | 0,36   | 3,37  | -40,4  | 0,082  | -20    | -2,14  | 19,7  | -50,2  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,015 | 0,052  | 0,004 | -0,069 | 0,073  | -0,002 | -0,004 | 0,033 | -0,025 |

**Tabell A25: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands skogsbygder (Gsk) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As           | Cd           | Cr           | Cu           | Hg           | Mn           | Ni            | Pb           | Zn            |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Handelsgödsel                                     | 0,11         | 0,029        | 1,43         | 0,35         | 0,0013       | 68,5         | 0,93          | 0,17         | 3,88          |
| Kalk  | 0,2          | 0,02         | 0,5          | 0,5          | 0,001        | 79           | 0,7           | 0,5          | 1,1           |
| Deposition  | 0,9          | 0,4          | 1,0          | 8            | 0,06         | 29           | 1,9           | 10           | 44            |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>1,21</b>  | <b>0,45</b>  | <b>2,93</b>  | <b>8,85</b>  | <b>0,062</b> | <b>177</b>   | <b>3,53</b>   | <b>10,7</b>  | <b>49,0</b>   |
| <b>Bortförsel</b>                                 |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Skörd   | 0,03         | 0,14         | 0,08         | 12,3         | 0,01         | 129          | 1,58          | 0,23         | 112           |
| Utlakning   | 0,48         | 0,3          | 0,7          | 40           | 0,01         | 39           | 3,9           | 0,5          | 17            |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,51</b>  | <b>0,44</b>  | <b>0,78</b>  | <b>52,3</b>  | <b>0,02</b>  | <b>168</b>   | <b>5,48</b>   | <b>0,73</b>  | <b>129</b>    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>0,70</b>  | <b>0,01</b>  | <b>2,15</b>  | <b>-43,5</b> | <b>0,042</b> | <b>8,5</b>   | <b>-1,95</b>  | <b>9,94</b>  | <b>-80,0</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,009</b> | <b>0,002</b> | <b>0,006</b> | <b>-0,14</b> | <b>0,035</b> | <b>0,001</b> | <b>-0,010</b> | <b>0,024</b> | <b>-0,070</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,26         | -0,29        | 1,43         | -83,4        | 0,034        | -30,3        | -5,83         | 9,42         | -97,3         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,003        | -0,053       | 0,004        | -0,27        | 0,028        | -0,003       | -0,029        | 0,023        | -0,085        |
| <b>Halverad deposition</b>                        |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,29         | -0,19        | 1,63         | -47,4        | 0,014        | -5,78        | -2,88         | 4,92         | -102          |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,004        | -0,034       | 0,004        | -0,16        | 0,012        | -0,001       | -0,014        | 0,012        | -0,089        |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |              |              |              |              |              |              |               |              |               |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,64         | 0,41         | 3,13         | -35,4        | 0,104        | 37,7         | -0,03         | 19,9         | -36,3         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,020        | 0,075        | 0,008        | -0,12        | 0,085        | 0,004        | 0,000         | 0,049        | -0,032        |

**Tabell A26: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Mellersta Sveriges skogsbygder (Ssk) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd     | Cr    | Cu    | Hg     | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|---|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Handelsgödsel                                     | 0,10  | 0,027  | 1,32  | 0,32  | 0,0012 | 63,0   | 0,86   | 0,16  | 3,57   |
| Kalk  | 0,2   | 0,02   | 0,4   | 0,5   | 0,001  | 66     | 0,6    | 0,4   | 1,0    |
| Deposition  | 0,9   | 0,3    | 1,1   | 7     | 0,05   | 18     | 1,5    | 8     | 42     |
| Totalt  | 1,20  | 0,35   | 2,82  | 7,8   | 0,052  | 147    | 3,0    | 8,6   | 46,6   |
| <b>Bortförsel</b>                                 |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Skörd   | 0,04  | 0,11   | 0,11  | 15,7  | 0,01   | 91     | 0,98   | 0,10  | 106    |
| Utlakning   | 0,48  | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01   | 39     | 3,9    | 0,5   | 17     |
| Totalt  | 0,52  | 0,41   | 0,81  | 55,7  | 0,02   | 130    | 4,88   | 0,60  | 123    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | 0,68  | -0,06  | 2,01  | -47,9 | 0,032  | 17     | -1,92  | 7,96  | -76,4  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | 0,009 | -0,015 | 0,005 | -0,17 | 0,032  | 0,001  | -0,008 | 0,018 | -0,058 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,20  | -0,37  | 1,30  | -87,9 | 0,022  | -22    | -5,82  | 7,45  | -93,7  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,003 | -0,087 | 0,003 | -0,31 | 0,022  | -0,002 | -0,025 | 0,016 | -0,071 |
| <b>Halverad deposition</b>                        |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,23  | -0,22  | 1,45  | -51,4 | 0,007  | 8      | -2,67  | 3,95  | -97,7  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,003 | -0,051 | 0,003 | -0,18 | 0,007  | 0,001  | -0,011 | 0,009 | -0,074 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |       |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,58  | 0,23   | 3,10  | -40,9 | 0,082  | 35     | -0,42  | 16,0  | -34,7  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,021 | 0,056  | 0,007 | -0,15 | 0,082  | 0,003  | -0,002 | 0,035 | -0,026 |

**Tabell A27: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Nedre Norrland (Nn) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As     | Cd     | Cr    | Cu    | Hg     | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|---|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |        |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Handelsgödsel                                     | 0,03   | 0,008  | 0,39  | 0,09  | 0,0003 | 18,5   | 0,25   | 0,05  | 1,05   |
| Kalk  | 0,2    | 0,02   | 0,3   | 0,4   | 0,001  | 53     | 0,5    | 0,3   | 0,8    |
| Deposition  | 0,7    | 0,3    | 1,4   | 6     | 0,05   | 26     | 1,3    | 6     | 37     |
| Totalt  | 0,93   | 0,33   | 2,09  | 6,5   | 0,051  | 97,5   | 2,05   | 6,4   | 38,9   |
| <b>Bortförsel</b>                                 |        |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Skörd   | 0,08   | 0,26   | 0,31  | 20,4  | 0,02   | 255    | 3,38   | 0,27  | 100    |
| Utlakning   | 0,48   | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01   | 39     | 3,9    | 0,5   | 17     |
| Totalt  | 0,56   | 0,56   | 1,01  | 60,4  | 0,03   | 294    | 7,28   | 0,77  | 117    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | 0,37   | -0,23  | 1,08  | -53,9 | 0,021  | -197   | -5,23  | 5,58  | -78    |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | 0,002  | -0,032 | 0,002 | -0,12 | 0,021  | -0,011 | -0,011 | 0,012 | -0,043 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |        |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | -0,14  | -0,54  | 0,40  | -93,9 | 0,015  | -236   | -9,13  | 5,10  | -95,5  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | -0,001 | -0,073 | 0,001 | -0,21 | 0,015  | -0,013 | -0,019 | 0,011 | -0,052 |
| <b>Halverad deposition</b>                        |        |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | -0,01  | -0,39  | 0,40  | -56,9 | 0,000  | -210   | -5,88  | 2,60  | -97,0  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,000  | -0,053 | 0,001 | -0,13 | 0,000  | -0,012 | -0,012 | 0,006 | -0,053 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |        |        |       |       |        |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,04   | 0,06   | 2,50  | -47,9 | 0,075  | -171   | -3,93  | 11,6  | -41,5  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,007  | 0,009  | 0,004 | -0,11 | 0,073  | -0,010 | -0,008 | 0,025 | -0,023 |



**Tabell A28: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Övre Norrland (Nö) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As     | Cd                  | Cr    | Cu    | Hg     | Mn     | Ni     | Pb    | Zn                |
|---|--------|---------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------------------|
| <b>Tillförsel</b>                             |        |                     |       |       |        |        |        |       |                   |
| Handelsgödsel                                 | 0,02   | 0,006               | 0,31  | 0,08  | 0,0003 | 15,1   | 0,20   | 0,04  | 0,85              |
| Kalk  | 0,1    | 0,01                | 0,3   | 0,3   | 0,001  | 46     | 0,4    | 0,3   | 0,7               |
| Deposition                                    | 0,7    | 0,2                 | 2,2   | 9     | 0,05   | 26     | 1,8    | 5     | 35                |
| Totalt  | 0,82   | 0,22                | 2,81  | 9,4   | 0,051  | 87,1   | 2,40   | 5,3   | 36,6              |
| <b>Bortförsel</b>                             |        |                     |       |       |        |        |        |       |                   |
| Skörd   | 0,08   | 0,43                | 0,24  | 18,4  | 0,02   | 98,0   | 3,88   | 0,14  | 83,6 <sup>1</sup> |
| Utlakning                                     | 0,48   | 0,3                 | 0,7   | 40    | 0,01   | 39     | 3,9    | 0,5   | 17                |
| Totalt  | 0,56   | 0,73                | 0,94  | 58,4  | 0,03   | 137    | 7,8    | 0,64  | 101               |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 0,26   | -0,52               | 1,87  | -49,0 | 0,021  | -49,9  | -5,38  | 4,70  | -64,1             |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |        |                     |       |       |        |        |        |       |                   |
|   | 0,002  | -0,13 <sup>2</sup>  | 0,003 | -0,17 | 0,024  | -0,007 | -0,022 | 0,016 | -0,060            |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |        |                     |       |       |        |        |        |       |                   |
| Tillförsel - Bortförsel                       | -0,22  | -0,82               | 1,17  | -89,0 | 0,011  | -88,9  | -9,28  | 4,20  | -81,1             |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | -0,002 | -0,21 <sup>2</sup>  | 0,002 | -0,30 | 0,013  | -0,013 | -0,037 | 0,014 | -0,076            |
| <b>Halverad deposition</b>                    |        |                     |       |       |        |        |        |       |                   |
| Tillförsel - Bortförsel                       | -0,04  | -0,61               | 0,76  | -53,5 | 0,001  | -62,7  | -6,25  | 2,18  | -81,6             |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,000  | -0,15 <sup>2</sup>  | 0,001 | -0,18 | 0,001  | -0,009 | -0,025 | 0,007 | -0,076            |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |        |                     |       |       |        |        |        |       |                   |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 1,01   | -0,31               | 4,06  | -40,0 | 0,076  | -23,7  | -3,55  | 9,68  | -29,1             |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,007  | -0,078 <sup>2</sup> | 0,007 | -0,14 | 0,086  | -0,003 | -0,014 | 0,033 | -0,027            |

<sup>1</sup> Uppmätta halter av Zn i vall är ovanligt stora i Nö och därför har data över halter av Zn i vall från Nn applicerats på Nö.

<sup>2</sup> Den påtagliga skillnaden i förändringstakt i Nö jämfört med övriga landet beror på de höga Cd-halterna i vall i Jämtlands län. Förändringstakten i Nö som helhet ska förmodligen vara likvärdig med genomsnittet för övriga landet.

**Tabell A29: Fältbalanser för mjölkgårdar i Götalands södra slättbygder (Gss) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd     | Cr    | Cu    | Hg             | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|----------------|--------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Stallgödsel                                       | 0,57           | 0,38   | 6,67  | 142   | 0,013          | 716   | 10,4  | 2,67  | 551  |
| Kalk  | 0,4            | 0,04   | 0,7   | 0,8   | 0,002          | 119   | 1,1   | 0,7   | 1,7  |
| Deposition  | 1,1            | 0,5    | 1,4   | 10    | 0,07           | 29    | 2,2   | 12    | 52   |
| Totalt  | 2,07           | 0,92   | 8,77  | 153   | 0,085          | 864   | 13,7  | 15,4  | 605  |
| <b>Bortförsel</b>                                 |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,15           | 0,38   | 0,45  | 26,5  | 0,03           | 263   | 3,33  | 0,67  | 153  |
| Utlakning   | 0,48           | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01           | 39    | 3,9   | 0,5   | 17   |
| Totalt  | 0,63           | 0,68   | 1,15  | 66,5  | 0,04           | 302   | 7,23  | 1,17  | 170  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | 1,44           | 0,24   | 7,62  | 86,3  | 0,045          | 562   | 6,47  | 14,2  | 435  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | 0,015          | 0,039  | 0,018 | 0,33  | 0,045          | 0,070 | 0,025 | 0,033 | 0,35 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,92           | -0,06  | 6,94  | 46,4  | 0,035          | 523   | 2,59  | 13,7  | 418  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,010          | -0,010 | 0,016 | 0,18  | 0,035          | 0,065 | 0,010 | 0,032 | 0,34 |
| <b>Halverad deposition</b>                        |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,85           | -0,01  | 6,94  | 81,4  | 0,010          | 548   | 5,39  | 8,2   | 409  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,009          | -0,002 | 0,016 | 0,31  | 0,010          | 0,068 | 0,021 | 0,019 | 0,33 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 2,50           | 0,74   | 9,04  | 96,4  | 0,115          | 591   | 8,69  | 26,2  | 487  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,026          | 0,12   | 0,021 | 0,37  | 0,12           | 0,073 | 0,034 | 0,061 | 0,40 |
| <b>Fastgödsel</b>                                 |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                           | - <sup>1</sup> | 0,25   | 7,83  | 20,3  | - <sup>1</sup> | 409   | 3,39  | 13,2  | 310  |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | -              | 0,040  | 0,018 | 0,078 | -              | 0,051 | 0,013 | 0,031 | 0,25 |

<sup>1</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.

**Tabell A30: Fältbalanser för mjölkgårdar i Götalands mellanbygder (Gmb) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd     | Cr    | Cu    | Hg             | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|----------------|--------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Stallgödsel                                   | 0,57           | 0,38   | 6,67  | 142   | 0,013          | 716   | 10,4  | 2,67  | 551  |
| Kalk  | 0,2            | 0,02   | 0,4   | 0,5   | 0,001          | 66    | 0,6   | 0,4   | 1,0  |
| Deposition                                    | 0,9            | 0,5    | 1,0   | 8     | 0,06           | 29    | 1,8   | 11    | 48   |
| Totalt  | 1,67           | 0,90   | 8,07  | 151   | 0,074          | 811   | 12,8  | 14,1  | 600  |
| <b>Bortförsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,12           | 0,34   | 0,37  | 22,1  | 0,03           | 280   | 2,27  | 0,87  | 131  |
| Utlakning                                     | 0,48           | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01           | 39    | 3,9   | 0,5   | 17   |
| Totalt  | 0,60           | 0,64   | 1,07  | 62,1  | 0,04           | 319   | 6,17  | 1,37  | 148  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 1,07           | 0,26   | 7,00  | 88,4  | 0,034          | 492   | 6,63  | 12,7  | 452  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
|   | 0,010          | 0,036  | 0,022 | 0,32  | 0,035          | 0,062 | 0,028 | 0,032 | 0,37 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,59           | -0,04  | 6,30  | 48,5  | 0,023          | 453   | 2,77  | 12,2  | 435  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,006          | -0,006 | 0,020 | 0,17  | 0,024          | 0,057 | 0,012 | 0,031 | 0,36 |
| <b>Halverad deposition</b>                    |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,62           | 0,01   | 6,50  | 84,5  | 0,003          | 478   | 5,77  | 7,2   | 428  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,006          | 0,001  | 0,020 | 0,30  | 0,003          | 0,060 | 0,025 | 0,018 | 0,35 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 1,97           | 0,76   | 8,00  | 96,5  | 0,093          | 521   | 8,47  | 23,7  | 500  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,019          | 0,11   | 0,025 | 0,34  | 0,096          | 0,065 | 0,036 | 0,059 | 0,41 |
| <b>Fastgödsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | - <sup>1</sup> | 0,27   | 7,19  | 22,3  | - <sup>1</sup> | 339   | 3,58  | 11,7  | 327  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | -              | 0,038  | 0,022 | 0,080 | -              | 0,042 | 0,015 | 0,029 | 0,27 |

<sup>1</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.

**Tabell A31: Fältbalanser för mjölkgårdar i Götalands norra slättbygder (Gns) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd     | Cr    | Cu    | Hg             | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|----------------|--------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Stallgödsel                                   | 0,57           | 0,38   | 6,67  | 142   | 0,013          | 716   | 10,4  | 2,67  | 551  |
| Kalk  | 0,2            | 0,02   | 0,4   | 0,5   | 0,001          | 66    | 0,6   | 0,4   | 1,0  |
| Deposition                                    | 1,0            | 0,3    | 1,3   | 7     | 0,07           | 18    | 2,0   | 9     | 43   |
| Totalt  | 1,77           | 0,70   | 8,37  | 150   | 0,084          | 800   | 13,0  | 12,1  | 595  |
| <b>Bortförsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,12           | 0,24   | 0,38  | 26,0  | 0,03           | 277   | 2,96  | 0,76  | 146  |
| Utlakning                                     | 0,48           | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01           | 39    | 3,9   | 0,5   | 17   |
| Totalt  | 0,60           | 0,54   | 1,08  | 66,0  | 0,04           | 316   | 6,86  | 1,26  | 163  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 1,17           | 0,16   | 7,29  | 83,5  | 0,044          | 484   | 6,14  | 10,8  | 432  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
|   | 0,009          | 0,031  | 0,014 | 0,23  | 0,043          | 0,031 | 0,019 | 0,027 | 0,30 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,69           | -0,15  | 6,59  | 43,5  | 0,036          | 446   | 2,28  | 10,3  | 415  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,005          | -0,029 | 0,012 | 0,12  | 0,035          | 0,029 | 0,007 | 0,026 | 0,29 |
| <b>Halverad deposition</b>                    |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,67           | 0,003  | 6,64  | 80,0  | 0,011          | 476   | 5,18  | 6,30  | 410  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,005          | 0,001  | 0,012 | 0,22  | 0,011          | 0,031 | 0,016 | 0,016 | 0,28 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 2,17           | 0,45   | 8,59  | 90,5  | 0,12           | 503   | 8,18  | 19,8  | 475  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,017          | 0,088  | 0,016 | 0,25  | 0,11           | 0,032 | 0,025 | 0,050 | 0,33 |
| <b>Fastgödsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | - <sup>1</sup> | 0,17   | 7,48  | 17,4  | - <sup>1</sup> | 332   | 3,09  | 9,83  | 307  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | -              | 0,033  | 0,014 | 0,049 | -              | 0,021 | 0,009 | 0,025 | 0,21 |

<sup>1</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.

**Tabell A32: Fältbalanser för mjölkgårdar i Svealands slättbygder (Ss) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd     | Cr    | Cu    | Hg             | Mn     | Ni    | Pb    | Zn    |
|---|----------------|--------|-------|-------|----------------|--------|-------|-------|-------|
| <b>Tillförsel</b>                             |                |        |       |       |                |        |       |       |       |
| Stallgödsel                                   | 0,57           | 0,38   | 6,67  | 142   | 0,013          | 716    | 10,4  | 2,67  | 551   |
| Kalk  | 0,1            | 0,01   | 0,2   | 0,2   | 0,001          | 33     | 0,3   | 0,2   | 0,5   |
| Deposition                                    | 1,0            | 0,4    | 1,2   | 8     | 0,05           | 18     | 1,4   | 10    | 45    |
| Totalt  | 1,67           | 0,79   | 8,07  | 150   | 0,064          | 767    | 12,1  | 12,9  | 597   |
| <b>Bortförsel</b>                             |                |        |       |       |                |        |       |       |       |
| Skörd   | 0,10           | 0,28   | 0,32  | 21,6  | 0,02           | 184    | 3,68  | 0,64  | 135   |
| Utlakning                                     | 0,48           | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01           | 39     | 3,9   | 0,5   | 17    |
| Totalt  | 0,58           | 0,58   | 1,02  | 61,6  | 0,03           | 223    | 7,58  | 1,14  | 152   |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 1,09           | 0,21   | 7,05  | 88,6  | 0,034          | 544    | 4,52  | 11,7  | 445   |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |                |        |       |       |                |        |       |       |       |
|   | 0,010          | 0,031  | 0,008 | 0,15  | 0,030          | 0,046  | 0,009 | 0,020 | 0,22  |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |                |        |       |       |                |        |       |       |       |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,61           | -0,088 | 6,35  | 49    | 0,019          | 505    | 0,66  | 11,2  | 428   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,005          | -0,013 | 0,007 | 0,083 | 0,017          | 0,043  | 0,001 | 0,019 | 0,21  |
| <b>Halverad deposition</b>                    |                |        |       |       |                |        |       |       |       |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,59           | 0,012  | 6,45  | 85    | 0,004          | 535    | 3,86  | 6,7   | 422   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,005          | 0,002  | 0,007 | 0,14  | 0,004          | 0,046  | 0,008 | 0,011 | 0,21  |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |                |        |       |       |                |        |       |       |       |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 2,09           | 0,61   | 8,25  | 97    | 0,079          | 562    | 5,96  | 21,7  | 490   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,018          | 0,089  | 0,009 | 0,17  | 0,070          | 0,048  | 0,012 | 0,036 | 0,24  |
| <b>Fastgödsel</b>                             |                |        |       |       |                |        |       |       |       |
| Tillförsel - Bortförsel                       | - <sup>1</sup> | 0,227  | 7,24  | 23    | - <sup>1</sup> | 391,50 | 1,47  | 10,7  | 320   |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | -              | 0,033  | 0,008 | 0,038 | -              | 0,033  | 0,003 | 0,018 | 0,156 |

<sup>1</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.

**Tabell A33: Fältbalanser för mjölkgårdar i Götalands skogsbygder (Gsk) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd     | Cr    | Cu    | Hg             | Mn     | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|----------------|--------|-------|-------|----------------|--------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |                |        |       |       |                |        |       |       |      |
| Stallgödsel                                   | 0,57           | 0,38   | 6,67  | 142   | 0,013          | 716    | 10,4  | 2,67  | 551  |
| Kalk  | 0,2            | 0,02   | 0,5   | 0,5   | 0,001          | 79     | 0,7   | 0,5   | 1,1  |
| Deposition                                    | 0,9            | 0,4    | 1,0   | 8     | 0,06           | 29     | 1,9   | 10    | 44   |
| Totalt  | 1,67           | 0,80   | 8,17  | 151   | 0,074          | 824    | 13,0  | 13,2  | 596  |
| <b>Bortförsel</b>                             |                |        |       |       |                |        |       |       |      |
| Skörd   | 0,11           | 0,26   | 0,26  | 21,0  | 0,03           | 331    | 2,90  | 0,87  | 126  |
| Utlakning                                     | 0,48           | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01           | 39     | 3,9   | 0,5   | 17   |
| Totalt  | 0,59           | 0,56   | 0,96  | 61,0  | 0,04           | 370    | 6,80  | 1,37  | 143  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 1,08           | 0,24   | 7,21  | 89,5  | 0,034          | 454    | 6,20  | 11,8  | 453  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |                |        |       |       |                |        |       |       |      |
|   | 0,013          | 0,044  | 0,019 | 0,29  | 0,028          | 0,042  | 0,031 | 0,029 | 0,40 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |                |        |       |       |                |        |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,65           | -0,06  | 6,49  | 49,6  | 0,027          | 415    | 2,36  | 11,3  | 436  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,008          | -0,011 | 0,017 | 0,16  | 0,022          | 0,038  | 0,012 | 0,028 | 0,38 |
| <b>Halverad deposition</b>                    |                |        |       |       |                |        |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,68           | 0,04   | 6,69  | 85,6  | 0,007          | 440    | 5,31  | 6,77  | 431  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,008          | 0,007  | 0,018 | 0,28  | 0,006          | 0,040  | 0,027 | 0,017 | 0,38 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |                |        |       |       |                |        |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 2,03           | 0,64   | 8,19  | 97,6  | 0,097          | 483    | 8,16  | 21,8  | 497  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,025          | 0,12   | 0,022 | 0,32  | 0,079          | 0,044  | 0,041 | 0,053 | 0,43 |
| <b>Fastgödsel</b>                             |                |        |       |       |                |        |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | - <sup>1</sup> | 0,26   | 7,38  | 23,5  | - <sup>1</sup> | 302    | 3,17  | 10,8  | 329  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | -              | 0,046  | 0,020 | 0,077 | -              | 0,0276 | 0,016 | 0,026 | 0,29 |

<sup>1</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.

**Tabell A34: Fältbalanser för mjölkgårdar i Mellersta Sveriges skogsbygder (Ssk) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd     | Cr    | Cu    | Hg             | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|----------------|--------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Stallgödsel                                   | 0,57           | 0,38   | 6,67  | 142   | 0,013          | 716   | 10,4  | 2,67  | 551  |
| Kalk  | 0,2            | 0,02   | 0,4   | 0,5   | 0,001          | 66    | 0,6   | 0,4   | 1,0  |
| Deposition                                    | 0,9            | 0,3    | 1,1   | 7     | 0,05           | 18    | 1,5   | 8     | 42   |
| Totalt  | 1,67           | 0,70   | 8,17  | 149,5 | 0,064          | 800   | 12,5  | 11,1  | 594  |
| <b>Bortförsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,09           | 0,14   | 0,47  | 18,4  | 0,02           | 148   | 1,75  | 0,79  | 103  |
| Utlakning                                     | 0,48           | 0,3    | 0,7   | 40    | 0,01           | 39    | 3,9   | 0,5   | 17   |
| Totalt  | 0,57           | 0,44   | 1,17  | 58,4  | 0,03           | 187   | 5,65  | 1,29  | 120  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 1,10           | 0,26   | 7,00  | 91,1  | 0,034          | 613   | 6,85  | 9,78  | 474  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
|   | 0,015          | 0,062  | 0,016 | 0,32  | 0,034          | 0,054 | 0,029 | 0,022 | 0,36 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,62           | -0,039 | 6,30  | 51,1  | 0,020          | 574   | 2,99  | 9,27  | 457  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,008          | -0,009 | 0,014 | 0,18  | 0,020          | 0,050 | 0,013 | 0,020 | 0,35 |
| <b>Halverad deposition</b>                    |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,65           | 0,11   | 6,45  | 87,6  | 0,005          | 604   | 6,14  | 5,77  | 453  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,009          | 0,026  | 0,015 | 0,31  | 0,005          | 0,053 | 0,026 | 0,013 | 0,34 |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 2,00           | 0,56   | 8,10  | 98,1  | 0,080          | 631   | 8,39  | 17,8  | 516  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,027          | 0,13   | 0,018 | 0,35  | 0,080          | 0,055 | 0,036 | 0,039 | 0,39 |
| <b>Fastgödsel</b>                             |                |        |       |       |                |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | - <sup>1</sup> | 0,28   | 7,19  | 25,0  | - <sup>1</sup> | 461   | 3,80  | 8,80  | 349  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | -              | 0,066  | 0,016 | 0,089 | -              | 0,040 | 0,016 | 0,019 | 0,27 |

<sup>1</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.

**Tabell A35: Fältbalanser för mjölkgårdar i Nedre Norrland (Nn) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd           | Cr           | Cu          | Hg             | Mn           | Ni           | Pb           | Zn          |
|---|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |                |              |              |             |                |              |              |              |             |
| Stallgödsel                                       | 0,57           | 0,38         | 6,67         | 142         | 0,013          | 716          | 10,4         | 2,67         | 551         |
| Kalk  | 0,2            | 0,02         | 0,3          | 0,4         | 0,001          | 53           | 0,5          | 0,3          | 0,8         |
| Deposition  | 0,7            | 0,3          | 1,4          | 6           | 0,05           | 26           | 1,3          | 6            | 37          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>1,47</b>    | <b>0,70</b>  | <b>8,37</b>  | <b>148</b>  | <b>0,064</b>   | <b>795</b>   | <b>12,2</b>  | <b>9,0</b>   | <b>589</b>  |
| <b>Bortförsel</b>                                 |                |              |              |             |                |              |              |              |             |
| Skörd   | 0,09           | 0,30         | 0,36         | 22,9        | 0,02           | 256          | 3,20         | 0,70         | 110         |
| Utlakning   | 0,48           | 0,3          | 0,7          | 40          | 0,01           | 39           | 3,9          | 0,5          | 17          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,57</b>    | <b>0,60</b>  | <b>1,06</b>  | <b>62,9</b> | <b>0,03</b>    | <b>295</b>   | <b>7,10</b>  | <b>1,2</b>   | <b>127</b>  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>0,90</b>    | <b>0,10</b>  | <b>7,31</b>  | <b>85,5</b> | <b>0,034</b>   | <b>500</b>   | <b>5,10</b>  | <b>7,8</b>   | <b>462</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,006</b>   | <b>0,014</b> | <b>0,012</b> | <b>0,19</b> | <b>0,033</b>   | <b>0,029</b> | <b>0,011</b> | <b>0,017</b> | <b>0,25</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |                |              |              |             |                |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,38           | -0,21        | 6,63         | 45,6        | 0,020          | 461          | 1,22         | 7,3          | 445         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,002          | -0,028       | 0,011        | 0,10        | 0,019          | 0,026        | 0,003        | 0,016        | 0,24        |
| <b>Halverad deposition</b>                        |                |              |              |             |                |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 0,51           | -0,06        | 6,63         | 82,6        | 0,005          | 487          | 4,47         | 4,8          | 443         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,003          | -0,008       | 0,011        | 0,19        | 0,005          | 0,028        | 0,009        | 0,010        | 0,24        |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |                |              |              |             |                |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,56           | 0,39         | 8,73         | 91,6        | 0,080          | 526          | 6,42         | 13,8         | 499         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,010          | 0,054        | 0,014        | 0,21        | 0,078          | 0,030        | 0,014        | 0,030        | 0,27        |
| <b>Fastgödsel</b>                                 |                |              |              |             |                |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | - <sup>1</sup> | 0,11         | 7,52         | 19,4        | - <sup>1</sup> | 348          | 2,05         | 6,8          | 337         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | -              | 0,015        | 0,012        | 0,04        | -              | 0,020        | 0,004        | 0,015        | 0,18        |

<sup>1</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.



**Tabell A36: Fältbalanser för mjölkgårdar i Övre Norrland (Nö) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As             | Cd                  | Cr    | Cu    | Hg             | Mn    | Ni    | Pb    | Zn               |
|---|----------------|---------------------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|------------------|
| <b>Tillförsel</b>                             |                |                     |       |       |                |       |       |       |                  |
| Stallgödsel                                   | 0,57           | 0,38                | 6,67  | 142   | 0,013          | 716   | 10,4  | 2,67  | 551              |
| Kalk  | 0,1            | 0,01                | 0,3   | 0,3   | 0,001          | 46    | 0,4   | 0,3   | 0,7              |
| Deposition                                    | 0,7            | 0,2                 | 2,2   | 9     | 0,05           | 26    | 1,8   | 5     | 35               |
| Totalt  | 1,37           | 0,59                | 9,17  | 151   | 0,064          | 788   | 12,6  | 8,0   | 587              |
| <b>Bortförsel</b>                             |                |                     |       |       |                |       |       |       |                  |
| Skörd   | 0,09           | 0,48                | 0,30  | 21,8  | 0,02           | 118   | 4,07  | 0,59  | 102 <sup>1</sup> |
| Utlakning                                     | 0,48           | 0,3                 | 0,7   | 40    | 0,01           | 39    | 3,9   | 0,5   | 17               |
| Totalt  | 0,57           | 0,78                | 1,00  | 61,8  | 0,03           | 157   | 8,0   | 1,09  | 119              |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 0,80           | -0,19               | 8,17  | 89,5  | 0,034          | 631   | 4,63  | 6,88  | 468              |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |                |                     |       |       |                |       |       |       |                  |
|   | 0,006          | -0,048 <sup>2</sup> | 0,013 | 0,31  | 0,039          | 0,092 | 0,019 | 0,023 | 0,44             |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |                |                     |       |       |                |       |       |       |                  |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,37           | -0,49               | 7,45  | 50    | 0,020          | 593   | 0,79  | 6,36  | 451              |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,003          | -0,12 <sup>2</sup>  | 0,012 | 0,17  | 0,023          | 0,086 | 0,003 | 0,021 | 0,42             |
| <b>Halverad deposition</b>                    |                |                     |       |       |                |       |       |       |                  |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,50           | -0,29               | 7,05  | 85,1  | 0,005          | 619   | 3,79  | 4,36  | 450              |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,004          | -0,073 <sup>2</sup> | 0,012 | 0,29  | 0,006          | 0,090 | 0,015 | 0,015 | 0,42             |
| <b>Dubblerad deposition</b>                   |                |                     |       |       |                |       |       |       |                  |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 1,55           | 0,01                | 10,4  | 98,6  | 0,080          | 657   | 6,49  | 11,9  | 503              |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,011          | 0,003 <sup>2</sup>  | 0,017 | 0,34  | 0,092          | 0,096 | 0,026 | 0,040 | 0,47             |
| <b>Fastgödsel</b>                             |                |                     |       |       |                |       |       |       |                  |
| Tillförsel - Bortförsel                       | - <sup>3</sup> | -0,17               | 8,34  | 23    | - <sup>3</sup> | 479   | 1,60  | 5,89  | 39,0             |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | -              | -0,044 <sup>2</sup> | 0,014 | 0,080 | -              | 0,070 | 0,006 | 0,020 | 0,036            |

<sup>1</sup> Uppmätta halter av Zn i vall är ovanligt stora i Nö och därför har data över halter av Zn i vall från Nn applicerats på Nö.

<sup>2</sup> Den påtagliga skillnaden i förändringstakt i Nö jämfört med övriga landet beror på de höga Cd-halterna i vall i Jämtlands län. Förändringstakten i Nö som helhet ska förmodligen vara likvärdig med genomsnittet för övriga landet.

<sup>3</sup> Det finns inga tillgängliga data över halten av As och Hg i fastgödsel från nötkreatur.

**Tabell A37: Fältbalanser för slaktsvinsgårdar i Götalands södra slättbygder (Gss) år 2009, g/ha\*år.**

|  | As           | Cd            | Cr           | Cu          | Hg           | Mn           | Ni           | Pb           | Zn          |
|--|--------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Tillförsel</b>  |              |               |              |             |              |              |              |              |             |
| Stallgödsel  | 0,99         | 0,16          | 3,89         | 169         | 0,009        | 287          | 3,0          | 0,90         | 603         |
| Kalk   | 0,4          | 0,04          | 0,7          | 0,8         | 0,002        | 119          | 1,1          | 0,7          | 1,7         |
| Deposition   | 1,1          | 0,5           | 1,4          | 10          | 0,07         | 29           | 2,2          | 12           | 52          |
| <b>Totalt</b>  | <b>2,49</b>  | <b>0,70</b>   | <b>5,99</b>  | <b>180</b>  | <b>0,081</b> | <b>435</b>   | <b>6,3</b>   | <b>13,6</b>  | <b>657</b>  |
| <b>Bortförsel</b>  |              |               |              |             |              |              |              |              |             |
| Skörd  | 0,09         | 0,52          | 0,27         | 19,4        | 0,06         | 156          | 1,16         | 1,10         | 139         |
| Utlakning  | 0,48         | 0,3           | 0,7          | 40          | 0,01         | 39           | 3,9          | 0,5          | 17          |
| <b>Totalt</b>  | <b>0,57</b>  | <b>0,82</b>   | <b>0,97</b>  | <b>59,4</b> | <b>0,07</b>  | <b>195</b>   | <b>5,06</b>  | <b>1,60</b>  | <b>156</b>  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                           | <b>1,92</b>  | <b>-0,12</b>  | <b>5,02</b>  | <b>120</b>  | <b>0,011</b> | <b>240</b>   | <b>1,24</b>  | <b>12,0</b>  | <b>501</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b>        | <b>0,020</b> | <b>-0,019</b> | <b>0,012</b> | <b>0,46</b> | <b>0,011</b> | <b>0,030</b> | <b>0,005</b> | <b>0,028</b> | <b>0,41</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                               |              |               |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 1,40         | -0,42         | 4,34         | 80,5        | -0,001       | 200          | -2,64        | 11,5         | 484         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år                | 0,015        | -0,068        | 0,010        | 0,31        | -0,001       | 0,025        | -0,010       | 0,027        | 0,39        |
| <b>Halverad deposition</b>                               |              |               |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 1,33         | -0,37         | 4,34         | 116         | -0,026       | 225          | 0,16         | 6,0          | 475         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år                | 0,014        | -0,060        | 0,010        | 0,44        | -0,026       | 0,028        | 0,001        | 0,014        | 0,39        |
| <b>Dubblerad deposition</b>                              |              |               |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 2,98         | 0,38          | 6,44         | 131         | 0,079        | 268          | 3,46         | 24,0         | 553         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år                | 0,031        | 0,060         | 0,015        | 0,50        | 0,079        | 0,033        | 0,014        | 0,056        | 0,45        |
| <b>Fastgödsel</b>  |              |               |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 2,25         | 0,03          | 8,29         | 84,1        | 0,020        | 222          | 2,71         | 12,3         | 704         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år                | 0,024        | 0,005         | 0,019        | 0,32        | 0,020        | 0,028        | 0,011        | 0,029        | 0,57        |
| <b>Växtföljd med höstvetete istället för sockerbetor</b> |              |               |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                                  | 1,91         | 0,14          | 5,16         | 121         | 0,057        | 275          | 1,71         | 12,7         | 508         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år                | 0,020        | 0,022         | 0,012        | 0,47        | 0,057        | 0,034        | 0,007        | 0,030        | 0,41        |

**Tabell A38: Fältbalanser för slaktsvinsgårdar i Götalands mellanbygder (Gmb) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As           | Cd           | Cr           | Cu          | Hg           | Mn           | Ni           | Pb           | Zn          |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Stallgödsel                                       | 0,99         | 0,16         | 3,89         | 169         | 0,009        | 287          | 3,04         | 0,90         | 603         |
| Kalk  | 0,2          | 0,02         | 0,4          | 0,5         | 0,001        | 66           | 0,6          | 0,4          | 1,0         |
| Deposition  | 0,9          | 0,5          | 1,0          | 8           | 0,06         | 29           | 1,8          | 11           | 48          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>2,09</b>  | <b>0,68</b>  | <b>5,29</b>  | <b>178</b>  | <b>0,070</b> | <b>382</b>   | <b>5,44</b>  | <b>12,3</b>  | <b>652</b>  |
| <b>Bortförsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Skörd   | 0,05         | 0,26         | 0,13         | 15,4        | 0,01         | 108          | 0,76         | 0,39         | 128         |
| Utlakning   | 0,48         | 0,3          | 0,7          | 40          | 0,01         | 39           | 3,9          | 0,5          | 17          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,53</b>  | <b>0,56</b>  | <b>0,83</b>  | <b>55,4</b> | <b>0,02</b>  | <b>147</b>   | <b>4,66</b>  | <b>0,89</b>  | <b>145</b>  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>1,56</b>  | <b>0,12</b>  | <b>4,46</b>  | <b>122</b>  | <b>0,050</b> | <b>235</b>   | <b>0,78</b>  | <b>11,4</b>  | <b>507</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,015</b> | <b>0,017</b> | <b>0,014</b> | <b>0,44</b> | <b>0,051</b> | <b>0,029</b> | <b>0,003</b> | <b>0,029</b> | <b>0,42</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,08         | -0,18        | 3,76         | 82,2        | 0,040        | 196          | -3,12        | 10,9         | 490         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,010        | -0,025       | 0,012        | 0,29        | 0,041        | 0,025        | -0,013       | 0,027        | 0,40        |
| <b>Halverad deposition</b>                        |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,11         | -0,13        | 3,96         | 118         | 0,020        | 220          | -0,12        | 5,9          | 483         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,011        | -0,018       | 0,012        | 0,42        | 0,020        | 0,028        | -0,001       | 0,015        | 0,40        |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 2,46         | 0,62         | 5,46         | 130         | 0,110        | 264          | 2,58         | 22,4         | 555         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,024        | 0,087        | 0,017        | 0,46        | 0,11         | 0,033        | 0,011        | 0,056        | 0,46        |
| <b>Fastgödsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,94         | 0,28         | 7,71         | 85,7        | 0,060        | 217          | 2,23         | 11,7         | 711         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,019        | 0,039        | 0,024        | 0,31        | 0,062        | 0,027        | 0,009        | 0,029        | 0,58        |

**Tabell A39: Fältbalanser för slaktsvinsgårdar i Götalands norra slättbygder (Gns) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As           | Cd           | Cr           | Cu          | Hg           | Mn           | Ni           | Pb           | Zn          |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Stallgödsel                                       | 0,99         | 0,16         | 3,89         | 169         | 0,009        | 287          | 3,04         | 0,90         | 603         |
| Kalk  | 0,2          | 0,02         | 0,4          | 0,5         | 0,001        | 66           | 0,6          | 0,4          | 1,0         |
| Deposition  | 1,0          | 0,3          | 1,3          | 7           | 0,07         | 18           | 2,0          | 9            | 43          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>2,19</b>  | <b>0,48</b>  | <b>5,59</b>  | <b>177</b>  | <b>0,080</b> | <b>371</b>   | <b>5,64</b>  | <b>10,3</b>  | <b>647</b>  |
| <b>Bortförsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Skörd   | 0,04         | 0,15         | 0,14         | 15,6        | 0,01         | 130          | 1,51         | 0,40         | 116         |
| Utlakning   | 0,48         | 0,3          | 0,7          | 40          | 0,01         | 39           | 3,9          | 0,5          | 17          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,52</b>  | <b>0,45</b>  | <b>0,84</b>  | <b>55,6</b> | <b>0,02</b>  | <b>169</b>   | <b>5,41</b>  | <b>0,90</b>  | <b>133</b>  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>1,67</b>  | <b>0,03</b>  | <b>4,75</b>  | <b>121</b>  | <b>0,060</b> | <b>202</b>   | <b>0,23</b>  | <b>9,40</b>  | <b>514</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,013</b> | <b>0,006</b> | <b>0,009</b> | <b>0,34</b> | <b>0,059</b> | <b>0,013</b> | <b>0,001</b> | <b>0,024</b> | <b>0,36</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,19         | -0,27        | 4,05         | 80,9        | 0,047        | 163          | -3,67        | 8,90         | 497         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,009        | -0,052       | 0,008        | 0,23        | 0,046        | 0,010        | -0,011       | 0,022        | 0,34        |
| <b>Halverad deposition</b>                        |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,17         | -0,12        | 4,10         | 117         | 0,022        | 193          | -0,77        | 4,90         | 493         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,009        | -0,023       | 0,008        | 0,33        | 0,022        | 0,012        | -0,002       | 0,012        | 0,34        |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 2,67         | 0,33         | 6,05         | 128         | 0,127        | 220          | 2,23         | 18,4         | 557         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,021        | 0,065        | 0,011        | 0,36        | 0,12         | 0,014        | 0,007        | 0,046        | 0,39        |
| <b>Fastgödsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 2,05         | 0,19         | 8,00         | 84,4        | 0,068        | 184          | 1,68         | 9,70         | 718         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,016        | 0,036        | 0,015        | 0,24        | 0,066        | 0,012        | 0,005        | 0,024        | 0,50        |

**Tabell A40: Fältbalanser för slaktsvinsgårdar i Svealands slättbygder (Ss) år 2009, g/ha\*år.**

|   | As           | Cd           | Cr           | Cu          | Hg           | Mn           | Ni           | Pb           | Zn          |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Stallgödsel                                       | 0,99         | 0,16         | 3,89         | 169         | 0,009        | 287          | 3,04         | 0,90         | 603         |
| Kalk  | 0,1          | 0,01         | 0,2          | 0,2         | 0,001        | 33           | 0,3          | 0,2          | 0,5         |
| Deposition  | 1,0          | 0,4          | 1,2          | 8           | 0,05         | 18           | 1,4          | 10           | 45          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>2,09</b>  | <b>0,57</b>  | <b>5,29</b>  | <b>177</b>  | <b>0,060</b> | <b>338</b>   | <b>4,74</b>  | <b>11,1</b>  | <b>649</b>  |
| <b>Bortförsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Skörd   | 0,05         | 0,19         | 0,15         | 20,9        | 0,01         | 106          | 0,89         | 0,30         | 137         |
| Utlakning   | 0,48         | 0,3          | 0,7          | 40          | 0,01         | 39           | 3,9          | 0,5          | 17          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,53</b>  | <b>0,49</b>  | <b>0,85</b>  | <b>60,9</b> | <b>0,02</b>  | <b>145</b>   | <b>4,79</b>  | <b>0,80</b>  | <b>154</b>  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>1,56</b>  | <b>0,08</b>  | <b>4,44</b>  | <b>116</b>  | <b>0,040</b> | <b>193</b>   | <b>-0,05</b> | <b>10,3</b>  | <b>495</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,014</b> | <b>0,012</b> | <b>0,005</b> | <b>0,20</b> | <b>0,036</b> | <b>0,016</b> | <b>0,000</b> | <b>0,017</b> | <b>0,24</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,08         | -0,22        | 3,75         | 76          | 0,025        | 154          | -3,95        | 9,8          | 477         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,009        | -0,032       | 0,004        | 0,13        | 0,022        | 0,013        | -0,008       | 0,016        | 0,23        |
| <b>Halverad deposition</b>                        |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,06         | -0,12        | 3,85         | 112         | 0,010        | 184          | -0,75        | 5,3          | 472         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,009        | -0,017       | 0,004        | 0,19        | 0,009        | 0,016        | -0,002       | 0,009        | 0,23        |
| <b>Dubblerad deposition</b>                       |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 2,56         | 0,48         | 5,65         | 124         | 0,085        | 211          | 1,35         | 20,3         | 539         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,022        | 0,071        | 0,006        | 0,21        | 0,076        | 0,018        | 0,003        | 0,034        | 0,26        |
| <b>Fastgödsel</b>                                 |              |              |              |             |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 1,93         | 0,24         | 7,69         | 80          | 0,046        | 176          | 1,40         | 10,6         | 698         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,017        | 0,035        | 0,008        | 0,14        | 0,041        | 0,015        | 0,003        | 0,018        | 0,34        |

## Appendix 2

Appendix 2 innehåller nödvändig data för beräkning av tillförsel och bortförsel av spårelement i matjorden för 1990.

**Tabell A21: Medelkoncentration och mängd av spårelement i matjorden för Sveriges åtta produktionsområden (Eriksson *et al.*, 2010).**

|     |          | As   | Cd    | Cr   | Cu   | Hg    | Mn   | Ni   | Pb   | Zn   |
|-----|----------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Gss | mg/kg ts | 3,82 | 0,249 | 17,3 | 10,4 | 0,040 | 322  | 10,2 | 17,1 | 49,1 |
|     | kg/ha ts | 9,6  | 0,62  | 43   | 26   | 0,10  | 810  | 26   | 43   | 120  |
| Gmb | mg/kg ts | 4,15 | 0,286 | 12,8 | 11,2 | 0,039 | 319  | 9,41 | 16,0 | 48,7 |
|     | kg/ha ts | 10,4 | 0,72  | 32   | 28   | 0,10  | 800  | 24   | 40   | 120  |
| Gns | mg/kg ts | 5,07 | 0,206 | 21,5 | 14,3 | 0,041 | 622  | 13,1 | 15,9 | 57,8 |
|     | kg/ha ts | 12,7 | 0,52  | 54   | 36   | 0,10  | 1560 | 33   | 40   | 140  |
| Ss  | mg/kg ts | 4,55 | 0,274 | 36,5 | 23,5 | 0,045 | 469  | 19,2 | 24,0 | 81,8 |
|     | kg/ha ts | 11,4 | 0,69  | 91   | 59   | 0,11  | 1170 | 48   | 60   | 200  |
| Gsk | mg/kg ts | 3,25 | 0,220 | 14,9 | 12,2 | 0,049 | 437  | 7,96 | 16,3 | 45,8 |
|     | kg/ha ts | 8,1  | 0,55  | 37   | 30   | 0,12  | 1090 | 20   | 41   | 110  |
| Ssk | mg/kg ts | 3,00 | 0,168 | 17,7 | 11,2 | 0,040 | 456  | 9,35 | 18,2 | 52,6 |
|     | kg/ha ts | 7,5  | 0,42  | 44   | 28   | 0,10  | 1140 | 23   | 45   | 130  |
| Nn  | mg/kg ts | 6,14 | 0,293 | 24,4 | 17,7 | 0,041 | 701  | 18,9 | 18,4 | 73,2 |
|     | kg/ha ts | 15,4 | 0,73  | 61   | 44   | 0,10  | 1750 | 47   | 46   | 180  |
| Nö  | mg/kg ts | 5,61 | 0,158 | 24,3 | 11,7 | 0,035 | 274  | 10,0 | 11,9 | 42,9 |
|     | kg/ha ts | 14,0 | 0,39  | 61   | 29   | 0,09  | 690  | 25   | 30   | 110  |

**Tabell A22: Mängden tillförd kalk och fosfor från handelsgödsel på växt- och djurgårdar (SCB, 1991; Andersson, 1992), g/ha\*år.**

|           | Driftsinriktning | Gss | Gmb | Gns | Ss | Gsk | Ssk | Nn | Nö |
|-----------|------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|
| kg CaO/ha |                  | 146 | 94  | 62  | 49 | 148 | 63  | 51 | 64 |
| kg P/ha   | Växtodlingsgård  | 13  | 11  | 11  | 11 | -   | -   | -  | -  |
|           | Djurgård         | -   | 8   | 8   | 8  | 8   | 7   | 6  | 6  |

**Tabell A23: Koncentrationen av spårelement i olika insatsmedel (Andersson, 1977; Andersson, 1992).**

|                   |           | As               | Cd   | Cr    | Cu    | Hg   | Mn     | Ni  | Pb               | Zn     |
|-------------------|-----------|------------------|------|-------|-------|------|--------|-----|------------------|--------|
| P-gödselmedel     | mg/kg P   | 69               | 64   | 1 770 | 151   | 1,9  | 1 910  | 212 | 15               | 1 190  |
| Kalk <sup>1</sup> | mg/kg CaO | 2                | 0,27 | 10    | 8,4   | 0,02 | 1320   | 5   | 6,3              | 30     |
| Stallgödsel       | mg/kg P   | 7,5 <sup>2</sup> | 32,5 | 500   | 4 100 | 10   | 31 500 | 800 | 300 <sup>3</sup> | 21 500 |

<sup>1</sup> Halterna i kalk är omräknade från mg/kg CaCO<sub>3</sub>.

<sup>2</sup> Andersson (1992) anser att detta värde är en för låg uppskattning.

<sup>3</sup> Data för Pb är hämtad från Andersson (1992), men halten är framräknad med 1 % P-halt i stallgödsel.

**Tabell A24: Depositionen av spårelement i Sveriges åtta produktionsområden år 1990 beräknad utifrån halten i nederbörd med halten i mossor som variationsunderlag, g/ha\*år.**

|     | As  | Cd  | Cr  | Cu | Hg   | Mn | Ni  | Pb | Zn |
|-----|-----|-----|-----|----|------|----|-----|----|----|
| Gss | 3,4 | 1,2 | 1,4 | 22 | 0,20 | 68 | 4,5 | 29 | 87 |
| Gmb | 3,4 | 1,1 | 1,3 | 20 | 0,15 | 68 | 4,3 | 24 | 80 |
| Gns | 2,5 | 0,9 | 1,0 | 25 | 0,15 | 22 | 3,9 | 21 | 71 |
| Ss  | 3,5 | 0,9 | 1,1 | 20 | 0,15 | 28 | 3,0 | 20 | 76 |
| Gsk | 3,4 | 1,0 | 1,1 | 22 | 0,15 | 68 | 4,0 | 23 | 76 |
| Ssk | 2,5 | 0,7 | 1,0 | 23 | 0,07 | 22 | 3,5 | 20 | 70 |
| Nn  | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 20 | 0,07 | 30 | 1,9 | 15 | 53 |
| Nö  | 0,7 | 0,5 | 1,7 | 22 | 0,07 | 30 | 1,7 | 13 | 44 |

**Tabell A25: Växtföljder för varje driftsinriktning i respektive produktionsområde (Andersson, 1992).**

| Driftsinriktning  | Gss         | Gmb      | Gns      | Ss       | Gsk     | Ssk     | Nn      | Nö      |
|-------------------|-------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Växtodlingsgårdar | Socketbetor | Vårkorn  | Vårkorn  | Vårkorn  |         |         |         |         |
|                   | Vårkorn     | Havre    | Havre    | Havre    |         |         |         |         |
|                   | Höstraps    | Höstraps | Höstraps | Höstraps |         |         |         |         |
|                   | Höstvete    | Höstvete | Höstvete | Höstvete |         |         |         |         |
|                   |             | Havre    | Havre    | Havre    |         |         |         |         |
|                   |             | Höstvete | Höstvete | Höstvete |         |         |         |         |
| Djurgårdar        |             | Vårkorn  | Vårkorn  | Vårkorn  | Vårkorn | Vårkorn | Vårkorn | Vårkorn |
|                   |             | Vall     | Vall     | Vall     | Vall    | Vall    | Vall    | Vall    |
|                   |             | Vall     | Vall     | Vall     | Vall    | Vall    | Vall    | Vall    |
|                   |             | Höstvete | Höstvete | Höstvete | Vall    | Vall    | Vall    | Vall    |
|                   |             | Havre    | Havre    | Havre    | Vårkorn | Vårkorn | Vårkorn | Vårkorn |
|                   |             | Höstvete | Höstvete | Höstvete | Havre   |         |         |         |

**Tabell A26: Skördenivåer (femårsmedelvärden) för varje gröda i respektive produktionsområde, kg/ha\*år (SJV, 1987-1991).**

|                          | Gss   | Gmb  | Gns  | Ss   | Gsk  | Ssk  | Nn   | Nö   |
|--------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Höstvete, kärna          | 6730  | 5480 | 6000 | 5570 | 5100 | 5310 | -    | -    |
| Höstvete, halm           | 5800  | 5800 | 5800 | 5800 | -    | -    | -    | -    |
| Vårkorn, kärna           | 4930  | 3990 | 4340 | 3970 | 3280 | 3100 | 2340 | 2130 |
| Vårkorn, halm            | 3500  | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 |
| Havre, kärna             | 4540  | 3830 | 3850 | 3710 | 3040 | 3120 | 2260 | 2310 |
| Havre, halm              | -     | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | -    | -    | -    |
| Höstraps <sup>1</sup>    | 2730  | 2540 | 2460 | 2500 | -    | -    | -    | -    |
| Vall                     | 8560  | 7860 | 8000 | 7100 | 7430 | 6230 | 4890 | 4470 |
| Socketbetor <sup>1</sup> | 44630 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |

<sup>1</sup> Femårsmedelvärden beräknade utifrån rapporterad skörd på länsnivå (SCB, 2009d).

**Tabell A27: Koncentrationer av spårelement i lufttorkade grödor, mg/kg (Andersson, 1992).**

|                          | As                 | Cd    | Cr    | Cu  | Hg    | Mn  | Ni   | Pb   | Zn  |
|--------------------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-----|------|------|-----|
| Höstvete, kärna          | 0,013              | 0,053 | 0,020 | 4,5 | 0,002 | 40  | 0,40 | 0,05 | 27  |
| Höstvete, halm           | 0,017              | 0,11  | 0,16  | 1,3 | -     | 29  | 0,21 | 0,45 | 9,4 |
| Vårkorn, kärna           | 0,005              | 0,020 | 0,032 | 6,0 | 0,003 | 22  | 0,20 | 0,06 | 32  |
| Vårkorn, halm            | 0,023              | 0,12  | 0,13  | 3,3 | 0,020 | 36  | 0,40 | 1,1  | 14  |
| Havre, kärna             | 0,004              | 0,031 | 0,026 | 4,8 | 0,003 | 62  | 1,0  | 0,06 | 34  |
| Havre, halm              | -                  | 0,13  | 0,15  | 4,3 | 0,016 | 22  | 0,63 | 1,3  | 19  |
| Höstraps                 | 0,001              | 0,07  | 0,017 | 2,7 | -     | 40  | 0,46 | 0,20 | 38  |
| Vall                     | 0,030              | 0,050 | 0,11  | 6,1 | 0,005 | 50  | 1,0  | 1,0  | 25  |
| Sockerbetor <sup>1</sup> | 0,006 <sup>2</sup> | 0,04  | 0,13  | 1,4 | 0,001 | 7,2 | 0,1  | 0,14 | 7,2 |

<sup>1</sup> Koncentrationer anges i våtvikt.

<sup>2</sup> Koncentrationen är hämtad från Landquist (1994).

**Tabell A28: Utlakning av spårelement i Sverige (Andersson, 1992; Eriksson, pers. medd. 2010).**

|           |         | As   | Cd  | Cr  | Cu | Hg   | Mn | Ni  | Pb  | Zn |
|-----------|---------|------|-----|-----|----|------|----|-----|-----|----|
| Utlakning | g/ha*år | 0,48 | 0,3 | 0,7 | 40 | 0,01 | 39 | 3,9 | 0,5 | 17 |



## Appendix 3

Appendix 3 innehåller färdiga fältbalanserna för 1990 beräknade utifrån data redovisad i appendix 2.

**Tabell A241: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands södra slättbygder (Gss) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As           | Cd          | Cr           | Cu           | Hg           | Mn           | Ni           | Pb           | Zn            |
|---|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |              |             |              |              |              |              |              |              |               |
| Handelsgödsel                                     | 0,90         | 0,83        | 23,0         | 1,96         | 0,025        | 25           | 2,76         | 0,20         | 15,5          |
| Kalk  | 0,3          | 0,04        | 1,5          | 1,2          | 0,003        | 193          | 0,8          | 0,9          | 4,4           |
| Deposition  | 3,4          | 1,2         | 1,4          | 22           | 0,2          | 68           | 4,5          | 29           | 87            |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>4,59</b>  | <b>2,10</b> | <b>25,9</b>  | <b>25,4</b>  | <b>0,23</b>  | <b>286</b>   | <b>8,02</b>  | <b>29,6</b>  | <b>106</b>    |
| <b>Bortförsel</b>                                 |              |             |              |              |              |              |              |              |               |
| Skörd   | 0,10         | 0,61        | 1,5          | 32           | 0,018        | 202          | 2,3          | 1,9          | 191           |
| Utlakning   | 0,48         | 0,30        | 0,7          | 40,0         | 0,01         | 39           | 3,9          | 0,5          | 17,0          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,58</b>  | <b>0,91</b> | <b>2,2</b>   | <b>72,4</b>  | <b>0,028</b> | <b>241</b>   | <b>6,2</b>   | <b>2,4</b>   | <b>208</b>    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>4,01</b>  | <b>1,19</b> | <b>23,6</b>  | <b>-47,1</b> | <b>0,20</b>  | <b>45</b>    | <b>1,8</b>   | <b>27,3</b>  | <b>-102</b>   |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,042</b> | <b>0,19</b> | <b>0,055</b> | <b>-0,18</b> | <b>0,20</b>  | <b>0,006</b> | <b>0,007</b> | <b>0,064</b> | <b>-0,083</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |              |             |              |              |              |              |              |              |               |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 3,53         | 0,89        | 22,9         | -87,1        | 0,19         | 6            | -2,1         | 26,8         | -119          |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,037        | 0,14        | 0,053        | -0,34        | 0,19         | 0,001        | -0,008       | 0,063        | -0,097        |

**Tabell A30: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands mellanbygder (Gmb) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd   | Cr    | Cu    | Hg    | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|---|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |       |      |       |       |       |        |        |       |        |
| Handelsgödsel                                     | 0,76  | 0,70 | 19,5  | 1,66  | 0,021 | 21     | 2,33   | 0,17  | 13,1   |
| Kalk  | 0,2   | 0,03 | 0,9   | 0,8   | 0,002 | 124    | 0,5    | 0,6   | 2,9    |
| Deposition  | 3,4   | 1,1  | 1,3   | 20,4  | 0,15  | 68     | 4,3    | 23,6  | 79,6   |
| Totalt  | 4,36  | 1,81 | 21,7  | 22,9  | 0,17  | 213    | 7,17   | 24,4  | 96     |
| <b>Bortförsel</b>                                 |       |      |       |       |       |        |        |       |        |
| Skörd   | 0,03  | 0,18 | 0,10  | 19    | 0,009 | 184    | 2,3    | 0,29  | 130    |
| Utlakning   | 0,48  | 0,30 | 0,7   | 40,0  | 0,01  | 39     | 3,9    | 0,5   | 17,0   |
| Totalt  | 0,51  | 0,48 | 0,80  | 59,5  | 0,019 | 223    | 6,2    | 0,79  | 147    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | 3,84  | 1,33 | 20,9  | -36,6 | 0,15  | -9     | 0,9    | 23,6  | -52    |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | 0,037 | 0,19 | 0,066 | -0,13 | 0,16  | -0,001 | 0,004  | 0,059 | -0,042 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |       |      |       |       |       |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 3,36  | 1,03 | 20,2  | -76,6 | 0,14  | -48    | -3,0   | 23,1  | -69    |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,032 | 0,14 | 0,063 | -0,27 | 0,15  | -0,006 | -0,013 | 0,058 | -0,056 |

**Tabell A31: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Götalands norra slättbygder (Gns) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd   | Cr    | Cu     | Hg    | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|---|-------|------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |       |      |       |        |       |        |        |       |        |
| Handelsgödsel                                     | 0,76  | 0,70 | 19,5  | 1,66   | 0,021 | 21     | 2,33   | 0,17  | 13,1   |
| Kalk  | 0,1   | 0,02 | 0,6   | 0,5    | 0,001 | 82     | 0,3    | 0,4   | 1,9    |
| Deposition  | 2,5   | 0,9  | 1,0   | 24,8   | 0,15  | 22     | 3,9    | 21,4  | 70,9   |
| Totalt  | 3,37  | 1,65 | 21,1  | 27,0   | 0,17  | 125    | 6,57   | 22,0  | 86     |
| <b>Bortförsel</b>                                 |       |      |       |        |       |        |        |       |        |
| Skörd   | 0,04  | 0,19 | 0,10  | 21     | 0,010 | 192    | 2,4    | 0,30  | 136    |
| Utlakning   | 0,48  | 0,30 | 0,7   | 40,0   | 0,01  | 39     | 4      | 0,5   | 17,0   |
| Totalt  | 0,52  | 0,49 | 0,80  | 60,6   | 0,020 | 231    | 6,3    | 0,80  | 153    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | 2,85  | 1,16 | 20,3  | -33,6  | 0,15  | -105   | 0,3    | 21,2  | -68    |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | 0,022 | 0,23 | 0,038 | -0,094 | 0,15  | -0,007 | 0,001  | 0,053 | -0,047 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |       |      |       |        |       |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 2,37  | 0,86 | 19,6  | -73,6  | 0,14  | -144   | -3,6   | 20,7  | -85    |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,019 | 0,17 | 0,036 | -0,21  | 0,14  | -0,009 | -0,011 | 0,052 | -0,058 |

**Tabell 42: Fältbalanser för växtodlingsgårdar i Svealands slättbygder (Ss) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd   | Cr    | Cu     | Hg    | Mn     | Ni     | Pb    | Zn     |
|---|-------|------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |       |      |       |        |       |        |        |       |        |
| Handelsgödsel                                     | 0,76  | 0,70 | 19,5  | 1,66   | 0,021 | 21     | 2,33   | 0,17  | 13,1   |
| Kalk  | 0,1   | 0,01 | 0,5   | 0,4    | 0,001 | 65     | 0,3    | 0,3   | 1,5    |
| Deposition  | 3,5   | 0,9  | 1,1   | 20,5   | 0,15  | 28     | 3,0    | 19,7  | 76,4   |
| Totalt  | 4,37  | 1,60 | 21,0  | 22,6   | 0,17  | 114    | 5,58   | 20,1  | 91     |
| <b>Bortförsel</b>                                 |       |      |       |        |       |        |        |       |        |
| Skörd   | 0,03  | 0,18 | 0,10  | 19     | 0,009 | 182    | 2,3    | 0,29  | 129    |
| Utlakning   | 0,48  | 0,30 | 1     | 40,0   | 0,01  | 39     | 3,9    | 0,5   | 17,0   |
| Totalt  | 0,51  | 0,48 | 0,80  | 59,4   | 0,019 | 221    | 6,2    | 0,79  | 146    |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | 3,85  | 1,12 | 20,2  | -36,8  | 0,15  | -107   | -0,6   | 19,4  | -55    |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | 0,034 | 0,16 | 0,022 | -0,063 | 0,14  | -0,009 | -0,001 | 0,032 | -0,027 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |       |      |       |        |       |        |        |       |        |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 3,37  | 0,82 | 19,5  | -76,8  | 0,14  | -146   | -4,5   | 18,9  | -72    |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,030 | 0,12 | 0,021 | -0,13  | 0,13  | -0,012 | -0,009 | 0,031 | -0,035 |

**Tabell 43: Fältbalanser för djurgårdar i Götalands mellanbygder (Gmb) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As        | Cd       | Cr        | Cu        | Hg        | Mn        | Ni        | Pb        | Zn       |
|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tillförsel</b>                                     |           |          |           |           |           |           |           |           |          |
| Handelsgödsel   | 0,55      | 0,51     | 14,2      | 1,21      | 0,015     | 15        | 1,70      | 0,12      | 9,5      |
| Stallgödsel   | 0,11      | 0,65     | 10        | 82        | 0,2       | 630       | 16        | 6,0       | 430      |
| Kalk  | 0,2       | 0,03     | 0,9       | 0,8       | 0,002     | 124       | 0,5       | 0,6       | 2,9      |
| Deposition  | 3,4       | 1,1      | 1,3       | 20,4      | 0,15      | 68        | 4,3       | 23,6      | 79,6     |
| <br>Totalt  | <br>4,26  | <br>2,27 | <br>26,4  | <br>104   | <br>0,37  | <br>838   | <br>22,5  | <br>30,4  | <br>522  |
| <b>Bortförsel</b>                                     |           |          |           |           |           |           |           |           |          |
| Skörd   | 0,15      | 0,63     | 0,85      | 39        | 0,044     | 351       | 5,2       | 5,2       | 197      |
| Utlakning   | 0,48      | 0,30     | 0,7       | 40,0      | 0,01      | 39        | 3,9       | 0,5       | 17,0     |
| <br>Totalt  | <br>0,63  | <br>0,93 | <br>1,55  | <br>78,7  | <br>0,054 | <br>390   | <br>9,1   | <br>5,7   | <br>214  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                        | 3,62      | 1,33     | 24,9      | 25,7      | 0,31      | 448       | 13,4      | 24,6      | 308      |
| <br><b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <br>0,035 | <br>0,19 | <br>0,078 | <br>0,092 | <br>0,32  | <br>0,056 | <br>0,057 | <br>0,062 | <br>0,25 |
| <br><b>Dubblerad utlakning</b>                        |           |          |           |           |           |           |           |           |          |
| Tillförsel - Bortförsel                               | 3,14      | 1,03     | 24,2      | -14,3     | 0,30      | 409       | 9,5       | 24,1      | 291      |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år             | 0,030     | 0,14     | 0,076     | -0,051    | 0,31      | 0,051     | 0,041     | 0,060     | 0,24     |

**Tabell 44: Fältbalanser för djurgårdar i Götalands norra slättbygder (Gns) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd   | Cr    | Cu     | Hg    | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Handelsgödsel                                 | 0,55  | 0,51 | 14,2  | 1,21   | 0,015 | 15    | 1,70  | 0,12  | 9,5  |
| Stallgödsel                                   | 0,11  | 0,65 | 10    | 82     | 0,2   | 630   | 16    | 6,0   | 430  |
| Kalk  | 0,1   | 0,02 | 0,6   | 0,5    | 0,001 | 82    | 0,3   | 0,4   | 1,9  |
| Deposition                                    | 2,5   | 0,9  | 1,0   | 24,8   | 0,15  | 22    | 3,9   | 21,4  | 70,9 |
| Totalt  | 3,27  | 2,11 | 25,8  | 109    | 0,37  | 750   | 21,9  | 27,9  | 512  |
| <b>Bortförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,16  | 0,65 | 0,86  | 40     | 0,044 | 361   | 5,3   | 5,3   | 205  |
| Utlakning                                     | 0,48  | 0,30 | 0,7   | 40,0   | 0,01  | 39    | 3,9   | 0,5   | 17,0 |
| Totalt  | 0,64  | 0,95 | 1,56  | 80,1   | 0,054 | 400   | 9,2   | 5,8   | 222  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 2,63  | 1,16 | 24,2  | 28,4   | 0,31  | 349   | 12,7  | 22,2  | 290  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
|   | 0,021 | 0,23 | 0,045 | 0,080  | 0,30  | 0,022 | 0,039 | 0,056 | 0,20 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 2,15  | 0,86 | 23,5  | -11,6  | 0,30  | 310   | 8,8   | 21,7  | 273  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,017 | 0,17 | 0,044 | -0,032 | 0,29  | 0,020 | 0,027 | 0,054 | 0,19 |

**Tabell 45: Fältbalanser för djurgårdar i Svealands slättbygder (Ss) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As           | Cd          | Cr           | Cu           | Hg           | Mn           | Ni           | Pb           | Zn          |
|---|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Tillförsel</b>                                 |              |             |              |              |              |              |              |              |             |
| Handelsgödsel                                     | 0,55         | 0,51        | 14,2         | 1,21         | 0,015        | 15           | 1,70         | 0,12         | 9,5         |
| Stallgödsel                                       | 0,11         | 0,65        | 10           | 82           | 0,2          | 630          | 16           | 6,0          | 430         |
| Kalk  | 0,1          | 0,01        | 0,5          | 0,4          | 0,001        | 65           | 0,3          | 0,3          | 1,5         |
| Deposition  | 3,5          | 0,88        | 1,1          | 20,5         | 0,15         | 28           | 3,0          | 20           | 76          |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>4,27</b>  | <b>2,06</b> | <b>25,7</b>  | <b>104</b>   | <b>0,37</b>  | <b>738</b>   | <b>20,9</b>  | <b>26,1</b>  | <b>517</b>  |
| <b>Bortförsel</b>                                 |              |             |              |              |              |              |              |              |             |
| Skörd   | 0,15         | 0,62        | 0,82         | 37           | 0,042        | 338          | 4,9          | 5,0          | 191         |
| Utlakning   | 0,48         | 0,30        | 0,7          | 40,0         | 0,01         | 39           | 3,9          | 0,5          | 17,0        |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0,63</b>  | <b>0,92</b> | <b>1,52</b>  | <b>77,2</b>  | <b>0,052</b> | <b>377</b>   | <b>8,8</b>   | <b>5,5</b>   | <b>208</b>  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                    | <b>3,64</b>  | <b>1,14</b> | <b>24,2</b>  | <b>26,9</b>  | <b>0,31</b>  | <b>361</b>   | <b>12,1</b>  | <b>20,6</b>  | <b>309</b>  |
| <b>Förändring av halten<br/>i matjorden, %/år</b> | <b>0,032</b> | <b>0,17</b> | <b>0,026</b> | <b>0,046</b> | <b>0,28</b>  | <b>0,031</b> | <b>0,025</b> | <b>0,034</b> | <b>0,15</b> |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                        |              |             |              |              |              |              |              |              |             |
| Tillförsel - Bortförsel                           | 3,16         | 0,84        | 23,5         | -13,1        | 0,30         | 322          | 8,2          | 20,1         | 292         |
| Förändring av halten<br>i matjorden, %/år         | 0,028        | 0,12        | 0,026        | -0,022       | 0,27         | 0,027        | 0,017        | 0,034        | 0,14        |

**Tabell 46: Fältbalanser för djurgårdar i Götalands skogsbygder (Gsk) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd   | Cr    | Cu     | Hg    | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Handelsgödsel                                 | 0,55  | 0,51 | 14,2  | 1,21   | 0,015 | 15    | 1,70  | 0,12  | 9,5  |
| Stallgödsel                                   | 0,18  | 0,65 | 10    | 82     | 0,2   | 630   | 16    | 6,0   | 430  |
| Kalk  | 0,3   | 0,04 | 1,5   | 1,2    | 0,003 | 196   | 0,8   | 0,9   | 4,5  |
| Deposition                                    | 3,4   | 1,0  | 1,1   | 22     | 0,15  | 68    | 4,0   | 23    | 76   |
| Totalt  | 4,43  | 2,19 | 26,8  | 106    | 0,37  | 909   | 22,5  | 29,9  | 520  |
| <b>Bortförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,15  | 0,45 | 0,71  | 39     | 0,058 | 299   | 5,3   | 6,0   | 175  |
| Utlakning                                     | 0,48  | 0,30 | 0,7   | 40,0   | 0,01  | 39    | 3,9   | 0,5   | 17,0 |
| Totalt  | 0,63  | 0,75 | 1,41  | 78,5   | 0,068 | 338   | 9,2   | 6,5   | 192  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 3,80  | 1,44 | 25,4  | 27,6   | 0,30  | 571   | 13,2  | 23,4  | 328  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
|   | 0,047 | 0,26 | 0,068 | 0,090  | 0,24  | 0,052 | 0,066 | 0,057 | 0,29 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 3,32  | 1,14 | 24,7  | -12,4  | 0,29  | 532   | 9,3   | 22,9  | 311  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,041 | 0,21 | 0,066 | -0,041 | 0,24  | 0,049 | 0,047 | 0,056 | 0,27 |



**Tabell 47: Fältbalanser för djurgårdar i Mellersta Sveriges skogsbygder (Ssk) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd   | Cr    | Cu     | Hg    | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Handelsgödsel                                 | 0,48  | 0,45 | 12,4  | 1,06   | 0,013 | 13    | 1,48  | 0,11  | 8,3  |
| Stallgödsel                                   | 0,13  | 0,65 | 10    | 82     | 0,2   | 630   | 16    | 6,0   | 430  |
| Kalk  | 0,1   | 0,02 | 0,6   | 0,5    | 0,001 | 83    | 0,3   | 0,4   | 1,9  |
| Deposition                                    | 2,5   | 0,7  | 1,0   | 23,4   | 0,07  | 22    | 3,5   | 20,1  | 70,5 |
| Totalt  | 3,22  | 1,85 | 24,0  | 107    | 0,28  | 749   | 21,3  | 26,6  | 511  |
| <b>Bortförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,15  | 0,38 | 0,63  | 35     | 0,050 | 265   | 4,5   | 5,4   | 153  |
| Utlakning                                     | 0,48  | 0,30 | 0,7   | 40,0   | 0,01  | 39    | 3,9   | 0,5   | 17,0 |
| Totalt  | 0,63  | 0,68 | 1,33  | 74,9   | 0,060 | 304   | 8,4   | 5,9   | 170  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 2,59  | 1,17 | 22,7  | 32,1   | 0,22  | 445   | 12,8  | 20,7  | 341  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
|   | 0,035 | 0,28 | 0,051 | 0,11   | 0,22  | 0,039 | 0,055 | 0,046 | 0,26 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 2,11  | 0,87 | 22,0  | -7,9   | 0,21  | 406   | 8,9   | 20,2  | 324  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,028 | 0,21 | 0,050 | -0,028 | 0,21  | 0,036 | 0,038 | 0,044 | 0,25 |

**Tabell 48: Fältbalanser för djurgårdar i Nedre Norrland (Nn) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd    | Cr    | Cu     | Hg    | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |       |       |       |        |       |       |       |       |      |
| Handelsgödsel                                 | 0,41  | 0,38  | 10,6  | 0,91   | 0,011 | 11    | 1,27  | 0,09  | 7,1  |
| Stallgödsel                                   | 0,13  | 0,65  | 10    | 82     | 0,2   | 630   | 16    | 6,0   | 430  |
| Kalk  | 0,1   | 0,01  | 0,5   | 0,4    | 0,001 | 67    | 0,3   | 0,3   | 1,5  |
| Deposition                                    | 0,7   | 0,5   | 0,7   | 20,4   | 0,07  | 30    | 1,9   | 15,0  | 53,5 |
| Totalt  | 1,30  | 1,57  | 21,8  | 104    | 0,28  | 739   | 19,5  | 21,4  | 492  |
| <b>Bortförsel</b>                             |       |       |       |        |       |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,12  | 0,33  | 0,53  | 28     | 0,045 | 218   | 3,7   | 4,5   | 123  |
| Utlakning                                     | 0,48  | 0,30  | 0,7   | 40,0   | 0,01  | 39    | 3,9   | 0,5   | 17,0 |
| Totalt  | 0,60  | 0,63  | 1,23  | 68,1   | 0,055 | 257   | 7,6   | 5,0   | 140  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 0,70  | 0,93  | 20,6  | 35,6   | 0,23  | 482   | 11,9  | 16,4  | 352  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |       |       |       |        |       |       |       |       |      |
|   | 0,005 | 0,13  | 0,034 | 0,081  | 0,22  | 0,028 | 0,025 | 0,036 | 0,19 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |       |       |       |        |       |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,22  | 0,63  | 19,9  | -4,4   | 0,22  | 443   | 8,0   | 15,9  | 335  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,001 | 0,086 | 0,033 | -0,010 | 0,21  | 0,025 | 0,017 | 0,035 | 0,18 |

**Tabell 49: Fältbalanser för djurgårdar i Övre Norrland (Nö) år 1990, g/ha\*år.**

|   | As    | Cd   | Cr    | Cu     | Hg    | Mn    | Ni    | Pb    | Zn   |
|---|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Tillförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Handelsgödsel                                 | 0,41  | 0,38 | 10,6  | 0,91   | 0,011 | 11    | 1,27  | 0,09  | 7,1  |
| Stallgödsel                                   | 0,13  | 0,65 | 10    | 82     | 0,2   | 630   | 16    | 6,0   | 430  |
| Kalk  | 0,1   | 0,02 | 0,6   | 0,5    | 0,001 | 85    | 0,3   | 0,4   | 1,9  |
| Deposition                                    | 0,7   | 0,5  | 1,7   | 22     | 0,07  | 30    | 1,7   | 13    | 44   |
| Totalt  | 1,33  | 1,52 | 23,0  | 105    | 0,28  | 756   | 19,3  | 19,5  | 483  |
| <b>Bortförsel</b>                             |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Skörd   | 0,12  | 0,32 | 0,50  | 26     | 0,044 | 203   | 3,4   | 4,3   | 114  |
| Utlakning                                     | 0,48  | 0,30 | 0,7   | 40,0   | 0,01  | 39    | 3,9   | 0,5   | 17,0 |
| Totalt  | 0,60  | 0,62 | 1,20  | 66,1   | 0,054 | 242   | 7,3   | 4,8   | 131  |
| <b>Tillförsel - Bortförsel</b>                | 0,73  | 0,91 | 21,8  | 39,2   | 0,23  | 514   | 12,0  | 14,7  | 352  |
| <b>Förändring av halten i matjorden, %/år</b> |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
|   | 0,005 | 0,23 | 0,036 | 0,13   | 0,26  | 0,075 | 0,048 | 0,050 | 0,33 |
| <b>Dubblerad utlakning</b>                    |       |      |       |        |       |       |       |       |      |
| Tillförsel - Bortförsel                       | 0,25  | 0,61 | 21,1  | -0,8   | 0,22  | 475   | 8,1   | 14,2  | 335  |
| Förändring av halten i matjorden, %/år        | 0,002 | 0,15 | 0,035 | -0,003 | 0,25  | 0,069 | 0,032 | 0,048 | 0,31 |